This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google books

https://books.google.com

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

KAIS.KÖN.HOF- BIBLIOTHEK
60.593-B
ALT-

60.593

Google

Digitized by Google

529.

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME XXXVII.

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME TRENTE-SEPTIÈME.

A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, cloître Saint-Benoît, n° 16,
près la rue des Mathurins.

1828.

60593-B

Digitized by Google

DE L'IMPRIMERIE DE C. THUAU,
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

Digitized by Google

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

Sur *les Propriétés électriques de la Tourmaline.*

Par M. Becquerel.

(Communiqué à l'Académie royale des Sciences le 14 janvier 1828.)

Les physiciens attribuent une origine électrique à l'attraction moléculaire, quoiqu'ils ignorent encore où résident les forces électriques qui la déterminent. Parmi les hypothèses plus ou moins ingénieuses imaginées pour expliquer ce mystère, il en une qui considère les atomes des corps comme doués de propriétés électriques analogues à celles que la chaleur développe dans la tourmaline. Cette manière de voir ne repose que sur des conjectures ; et si l'on veut essayer de la vérifier, comme on ne peut isoler un atome pour étudier ses propriétés physiques, il faut rechercher avec le plus grand soin toutes les modifications électriques qu'éprouve la tourmaline quand on fait varier sa tempétature, ainsi que les lois qui les régissent, et voir s'il ne serait pas possible de tirer des inductions plus ou moins favorables à

Digitized by Google

une théorie électro-chimique. Tel est le but philosophique que je me suis proposé dans les recherches que j'ai entreprises sur la tourmaline.

On s'occupe depuis long-temps des propriétés électriques de cette pierre remarquable. Quelques savans même ont prétendu qu'elle était connue des anciens, sous le nom de *lyncurium*, que lui donne Théophraste; mais en examinant avec attention les caractères que lui assigne ce philosophe, on n'en voit aucun qui lui appartienne en propre. Ce que l'on sait de bien certain, c'est que depuis un temps immémorial on avait remarqué dans l'Inde et dans l'île de Ceylan, que cette pierre, jetée dans le feu, avait la propriété d'attirer les cendres. Les Hollandais, auxquels les naturels du pays montrèrent ce phénomène, furent les premiers qui le firent connaître en Europe.

Lemery, en 1717, présenta à l'Académie des Sciences une tourmaline apportée de Ceylan, qui jouissait, disait-il, de la propriété d'attirer et de repousser les corps légers. Plus tard, le duc de Noya, Epinus, Wilson, Priestley et autres savans s'occupèrent du pouvoir attractif de cette pierre. Plusieurs d'entr'eux obtinrent des résultats contradictoires, qui furent le sujet de discussions assez longues. C'est ainsi qu'Epinus avança que si l'on chauffait un côté plus que l'autre, ils acquéraient chacun une électricité opposée à celle qui lui était naturelle, tandis que Wilson soutint que, quand les côtés de la tourmaline étaient chauffés inégalement, celui qui avait la température la plus élevée prenait l'électricité qui était propre à ce côté et la transmettait à l'autre. Une contradiction aussi manifeste devait résulter d'une dif-

Digitized by Google

férence dans le mode d'expérimenter ; ils essayèrent de la lever, chacun de leur côté, en faisant de nouvelles expériences ; mais n'ayant pu y parvenir, ils crurent avoir raison l'un et l'autre, et ne s'occupèrent plus de cette question, qui depuis lors a cessé de fixer l'attention des physiciens.

A cette époque, les tourmalines, qu'on se procurait seulement dans l'Inde, étaient rares en Europe ; aussi vit-on la même pierre passer successivement dans les mains de Canton, d'Epinus et de Priestley, pour en étudier les propriétés. Maintenant elles sont très-communes depuis la découverte en Espagne d'un gisement qui en renferme une grande quantité. Canton, dans un Mémoire lu à la Société royale de Londres en décembre 1759, avança, pour me servir de ses expressions, que la tourmaline ne lance ni n'absorbe le fluide électrique que par l'accroissement ou la diminution de la chaleur. Ce fait, qui aurait dû fixer l'attention des physiciens, a été promptement oublié.

Le même savant a ajouté un autre fait important à la théorie de la tourmaline, en montrant que si l'on brise un cristal au moment où il est électrique, chaque morceau possède également deux pôles, de sorte que les deux parties séparées se trouvent dans deux états électriques différens. Il a découvert aussi que la topaze du Brésil et plusieurs autres substances minérales cristallisées, jouissent de propriétés électriques analogues à celles de la tourmaline. Dans les Traités de Physique, on trouve peu de choses sur la tourmaline. M. Haüy lui-même, qui attachait une grande importance aux caractères physiques des substances minérales, à cause des applica-

Digitized by Google

tions qu'il en faisait à la minéralogie, sa science favorite, n'a donné aussi qu'une théorie incomplète de la tourmaline. Cependant il a découvert un fait important, en montrant que les cristaux qui dérogeaient à la loi de symétrie, dans la configuration des sommets, étaient électriques par la chaleur.

Voilà, je crois, en résumé tout ce qui a été observé jusqu'à présent sur les propriétés de la tourmaline.

J'ai commencé mes recherches par voir ce qui se passe dans une tourmaline, 1°. lorsque toutes ses parties sont également échauffées ou refroidies en même temps; 2°. lorsqu'un des côtés reçoit plus de chaleur que l'autre, soit que cette chaleur soit croissante ou décroissante. Je suspends d'abord la pierre dans une chappe de papier, à un fil simple de cocon, qui tombe dans un vase de verre, lequel est placé dans une bassine de fer remplie de mercure, dont on élève la température avec une lampe à alcool sur laquelle elle est assujettie. A mesure que l'intérieur du vase s'échauffe, la température de la tourmaline s'élève, et comme elle est très-mobile, à raison de son mode de suspension, il est facile d'observer les moindres signes d'électricité. Un thermomètre placé à peu de distance de la tourmaline, sert à indiquer sa température. Avec cet appareil, j'ai obtenu les résultats suivans : à 30° c. la polarité électrique commence à être sensible à l'approche d'un corps faiblement électrisé, et elle continue jusqu'à 150° et au-delà, pourvu que la température ne cesse pas de monter; car si elle est stationnaire un instant, la polarité disparaît aussitôt; de sorte que l'on n'observe plus aucune apparence d'électricité, tant que

Digitized by Google

la température est constante ; mais dès l'instant qu'elle diminue, la polarité reparaît dans un autre sens ; le pôle qui était primitivement positif devient négatif, *et vice versâ*. Ces effets ont toujours lieu quel que soit l'instant où l'on arrête l'élévation de température. Le temps du passage d'une polarité à une autre est très-court.

On pourrait croire, d'après cela, que l'intensité électrique de chaque pôle est en raison de la vitesse de l'échauffement ou du refroidissement ; mais il ne paraît pas en être ainsi. Pour voir ce qui arrive, il fallait mesurer l'intensité électrique à une époque quelconque ; on y parvient en plaçant dans l'intérieur du vase de verre où est la tourmaline et à peu de distance de chacune de ses extrémités, deux tiges verticales en fer, communiquant chacune avec l'un des pôles d'une pile sèche, dont l'intensité électrique peut être regardée comme constante, dans l'espace d'une heure, surtout si l'on a l'attention de la soustraire à l'action de la chaleur. Aussitôt que la tourmaline est devenue électrique, elle se place entre les deux tiges, les pôles inverses en regard, et si l'on la dérange de cette position, elle y revient par une suite d'oscillations dont le nombre, dans un temps donné, peut servir à déterminer l'intensité de l'électricité. Le tableau suivant renferme divers résultats.

Digitized by Google

Température de la Tourmaline.	Durée des Oscillations.	Nombre des Oscillations.
100	3"	6
90	*id.*	10
80	*id.*	13
70	*id.*	15
60	*id.*	15
50	*id.*	15
40	*id.*	14
30	*id.*	13
20	*id.*	7

La température a été portée à 115° ; à 105°, la tourmaline, quoiqu'elle fût électrique avant, a commencé à se fixer entre les deux tiges verticales qui communiquent avec les pôles de la pile sèche ; à 100°, les oscillations étaient mesurables. Les résultats précédens montrent que depuis 115° jusqu'à 100°, moment où le refroidissement est le plus considérable, l'intensité électrique croît très-lentement ; que de 100° à 70°, l'accroissement est rapide ; de 70° à 40°, il est stationnaire ; de 40° à 20°, il diminue à-peu-près dans le même rapport qu'il avait augmenté depuis 100° jusqu'à 70°. La polarité électrique disparaît entièrement à 15°, quoiqu'elle ait commencé à 30°. Plusieurs tourmalines ont donné des résultats analogues. On voit donc, d'après cela, que l'intensité électrique de chaque pôle n'est pas en raison de la vitesse du refroidissement.

S'il est facile de mesurer l'intensité électrique de la tourmaline pendant son refroidissement, il ne l'est pas autant pendant l'élévation de température ; car bien que

Digitized by Google

la polarité soit alors assez forte, elle ne l'est cependant pas assez pour que l'on puisse déterminer les différences d'intensité qui résultent de l'accroissement de température, en se servant de la méthode des oscillations ; il faut donc s'en tenir à l'énoncé du fait. On voit par là qu'il existe une différence bien marquée entre le mode d'action du développement de l'électricité, pendant l'accroissement de température et celui qui a lieu pendant le refroidissement. Dans l'un et l'autre cas, la température varie d'un instant à l'autre.

Les expériences les plus délicates semblent montrer que la tourmaline, pendant qu'elle s'électrise, ne laisse point échapper d'électricité, ni n'en prend aux corps environnans. Les effets sont donc produits par la séparation des deux fluides dans chaque molécule. Pour prouver qu'il n'y a pas d'émission d'électricité de la part de la tourmaline, on place sur le plateau supérieur d'un excellent condensateur de Volta une plaque de cuivre à une température élevée, et l'on pose dessus une des extrémités de cette pierre. Quelques instans après, si l'on sépare les plateaux, on ne trouve aucune accumulation d'électricité.

Après avoir étudié ce qui se passe dans une tourmaline dont toutes les parties sont également échauffées ou refroidies en même temps, je vais examiner ce qui arrive lorsqu'un des côtés reçoit plus de chaleur que l'autre.

Epinus et Wilson, comme je l'ait dit précédemment, se sont beaucoup occupés de cette question. Les résultats contradictoires auxquels ils sont parvenus chacun de leur côté peuvent s'expliquer aisément.

Pour analyser les effets électriques qui se manifes-

Digitized by Google

tent alors, il faut s'assurer préalablement si la température est croissante ou décroissante dans le côté où on l'applique ; car les résultats varient dans chaque cas. On y parvient en enfermant chaque bout de la tourmaline dans un petit tube de verre, dont on fait rougir les bords au chalumeau, pour qu'il s'y applique exactement ; puis on l'assujettit par son milieu à un tube de verre avec un fil de platine. Maintenant si l'on chauffe l'une des extrémités non engagées d'un des petits tubes, par exemple celui qui correspond au côté positif par refroidissement quand la température est partout la même et que je représente par *P* ; ce côté s'échauffera d'abord aux dépens du tube, prendra la même température que lui, puis se refroidira en même temps. Dans le premier cas, tant que la température ne commence pas à s'élever à l'autre extrémité que j'appelle *N*, toute la partie *P* sera électrisée négativement et l'autre sera à l'état zéro. La tourmaline ne possède alors qu'une seule électricité. On s'assure de ce fait en présentant successivement tous les points de la tourmaline au petit disque de clinquant de l'électroscope de Coulomb, chargé alternativement d'électricité positive et d'électricité négative. Son état électrique est donc sensiblement le même que celui d'une pile voltaïque, dont le pôle positif est en communication avec la terre ; car l'électricité négative va en diminuant jusqu'au pôle opposé. Cet effet ne se produit qu'autant que la température va en décroissant, et que le côté opposé à celui qui a été chauffé n'a pas encore atteint la tempétature suffisante pour qu'il s'y développe aussi de l'électricité. Dans la pile, on obtient une seule espèce d'électricité toutes les fois que

Digitized by Google

l'un des pôles communique avec le réservoir commun; dans la tourmaline, il n'en est pas ainsi, bien qu'elle ne cède ni ne prenne aucune électricité aux corps environnans. Ce fait est en contradiction avec les connaissances acquises jusqu'à présent sur le développement de l'électricité, qui ne se fait jamais sans que l'on retrouve les deux fluides. Il faut donc que dans cette circonstance il y en ait une de dissimulée, ou d'absorbée par l'air? c'est ce que les recherches les plus minutieuses n'ont pu m'indiquer. Ce qu'il y a de sûr, c'est qu'on peut faire acquérir une seule électricité à un des côtés d'une tourmaline sans que l'autre en prenne, et sans que l'on considère par conséquent l'état de celui-ci comme transitoire, c'est-à-dire passant d'un état électrique à un autre.

J'ai supposé que le côté *N* n'avait pas encore acquis une température suffisante pour qu'il s'y manifestât des effets électriques; mais si elle continue à croître, il arrive un instant où ce côté prend l'électricité positive qu'il aurait eue si la température était également croissante dans toute la tourmaline.

Je reviens maintenant au côté *P*, dont j'ai supposé la température croissante. Aussitôt qu'elle est devenue stationnaire, son état électrique cesse, et peu après recommence en sens inverse quand elle décroît. Dans le même temps, le côté *N*, suivant la température, sera à l'état zéro, ou possédera l'électricité positive ou l'électricité négative. Je conclus de tous ces faits que lorsqu'on chauffe inégalement les deux côtés d'une tourmaline, chacun d'eux prend un état électrique indépendant de l'autre, et qui est tel que si le côté *P*, par exemple, a une température d'abord croissante, puis

Digitized by Google

stationnaire et décroissante, il deviendra négatif, zéro et positif. Le côté *N*, dans les mêmes circonstances, c'est-à-dire selon que sa température sera croissante, stationnaire ou décroissante, aura une électricité contraire. Donc l'état électrique de chaque côté est le même que si toute la pierre possédait la température correspondante à ce côté.

J'ai examiné précédemment le cas où la température était croissante à l'extrémité du côté *P* et dans un état stationnaire au bout opposé. Rien n'est plus simple que d'y arriver; il faut pour cela mettre le bout *N* dans un petit tube rempli de glace et mastiqué à la tourmaline.

D'après les faits que je viens d'exposer, on ne peut expliquer les actions chimiques, en admettant dans les atomes des propriétés électriques analogues à celles que la chaleur développe dans la tourmaline; car la polarité électrique n'existant qu'autant qu'il y a élévation ou abaissement de température, les combinaisons se déferaient donc d'elles-mêmes, dès l'instant où la température deviendrait stationnaire. En supposant même une polarité permanente dans les atomes, on ne voit pas non plus, par la même raison, comment des modifications électriques par l'augmentation de chaleur analogues à celles que l'on observe dans la tourmaline, pourraient produire les effets dus à l'affinité.

Je ne prétends pas du tout expliquer, dans ce Mémoire, comment les atomes deviennent électriques, ou s'ils possèdent une électricité permanente; mon but a été d'étudier les propriétés électriques de la tourmaline, et de montrer qu'il n'était pas possible d'établir une théorie électro-chimique, en considérant les atomes

Digitized by Google

des corps comme de petites tourmalines ou doués de propriétés analogues.

Depuis la rédaction de ce Mémoire, j'ai eu connaissance d'un travail de Bergman, sur la tourmaline, qui est à peu près oublié. J'en parlerai dans un prochain Mémoire où j'exposerai de nouvelles recherches.

Paris, 18 décembre 1827.

Mémoire *sur les Ethers composés.*

Par MM. J. Dumas et P. Boullay fils.

Les éthers connus aujourd'hui sont partagés en trois genres distincts : le premier comprend les éthers sulfurique, phosphorique, arsénique, qui, ainsi que l'a démontré M. Boullay père, sont identiques entr'eux; le second renferme une classe de composés produits par la combinaison de l'hydrogène bi-carboné avec divers hydracides; le troisième comprend divers éthers que les expériences fort remarquables de M. Thenard, ainsi que celles de M. Boullay père, ont fait regarder comme des composés d'alcool et d'un acide oxigéné. Dans un Mémoire précédent, nous avons examiné l'éther sulfurique. Les éthers du second genre nous semblent bien connus. Il restait donc à étudier les autres sous le rapport de leur composition; c'est cet examen et ses résultats que nous allons mettre sous les yeux de l'Académie.

Nous avons choisi les éthers nitrique, acétique, benzoïque et oxalique, comme étant les plus propres à ce genre de recherche que nous avions en vue. Quelques-uns de ces corps ont été examinés par un grand nombre

Digitized by Google

de chimistes ; mais les recherches de M. Thenard sont de tous les travaux entrepris à cet égard ceux qui ont fourni le plus de données précises. Nous avons eu de si fréquentes occasions d'en reconnaître l'exactitude, que la différence des conclusions de ce célèbre chimiste et de celles que nous sommes forcés d'admettre d'après nos expériences, nous a engagés à retourner la question dans tous les sens avant d'adopter un résultat qui paraîtra bien singulier.

En effet, il est certain, d'après les expériences de M. Thenard, que les éthers nitrique, acétique, benzoïque et oxalique, traités par la potasse pure, se transforment plus ou moins vite en hypo-nitrite, acétate, benzoate ou oxalate de potasse et en alcool. M. Thenard en a conclu, et cette conclusion a été nécessairement adoptée par tous les chimistes, que ces éthers étaient formés des acides qui se retrouvaient dans les sels de potasse obtenus et de l'alcool que l'expérience avait mis en liberté.

Ces éthers, ainsi considérés, étaient donc de véritables sels dans lesquels l'alcool faisait fonction de base. Les alcalis puissans déplaçaient l'alcool, et rien n'autorisait à élever le plus léger doute sur des conclusions aussi sévèrement déduites des faits.

Cependant l'analyse élémentaire des éthers déjà cités ne s'accorde pas avec cette manière de les envisager. L'éther oxalique, par exemple, renferme presqu'autant de carbone que l'alcool; bien que l'acide oxalique en contienne beaucoup moins. L'éther acétique fournit plus de carbone que l'alcool, et cependant l'acide acétique est moins riche que l'alcool en carbone. Etonnés de cette discordance, nous avons cherché à nous prémunir

Digitized by Google

contre toutes les causes d'erreur qui auraient pu nous tromper.

Nous avons refait l'analyse de l'alcool, et nous sommes parvenus aux résultats mentionnés dans notre précédent Mémoire, résultats semblables à ceux que les chimistes admettent aujourd'hui. Nous avons également refait l'analyse des acides organiques qui entrent dans la composition des éthers que nous avions choisis, et nous avons également obtenu des résultats identiques avec ceux que M. Berzelius a fait connaître. Nous aurions pu sans doute être induits en erreur par la difficulté de purifier nos éthers ; mais tant de précautions avaient été prises pour leur préparation, que cette crainte ne nous a pas semblé fondée. Cette conviction, nous l'espérons, sera partagée par tous les chimistes qui voudront bien examiner notre travail avec attention.

Enfin, il ne restait d'autre moyen d'explication que dans la supposition bien peu vraisemblable d'une erreur constante et répétée dans tous les essais de M. Thenard. Ces essais, déjà revus par nous, l'ont été de nouveau, et, comme on devait s'y attendre, nous avons vu se reproduire les sels déjà cités, et l'alcool doué de tous ses caractères distinctifs.

Il a donc bien fallu se résoudre à adopter l'hypothèse qui pouvait seule concilier ces phénomènes contradictoires. Cette hypothèse s'était présentée à notre esprit dès l'origine de ces recherches, et nous avions été frappés de son accord avec nos résultats ; mais nous n'avons osé nous y confier que lorsqu'elle s'est trouvée appuyée de tous les faits que nous avons pu acquérir. Elle consiste à supposer que les éthers composés que nous exa-

Digitized by Google

minons, sont formés d'un acide oxigéné et d'éther sulfurique. Si on retire de l'alcool au moyen de la potasse, c'est que l'éther sulfurique naissant s'empare de l'eau nécessaire pour repasser à l'état d'alcool.

L'alcool et l'éther sulfurique se présentent donc ici sous un point de vue nouveau et singulier ; qui promet de jeter un grand jour sur divers phénomènes obscurs encore de la chimie organique.

Maintenant que nous avons montré le point de vue général qui résulte de nos recherches, nous allons en détailler les preuves ; car nous sentons bien qu'une telle conséquence ne peut être admise qu'autant qu'elle est appuyée sur des bases incontestables.

Nous allons donc examiner les quatre éthers qui font l'objet de nos recherches, en mettant de côté tous les détails de préparation lorsque nous n'aurons rien à ajouter aux observations déjà faites par M. Thenard, observations qui nous ont toujours paru de la plus scrupuleuse exactitude et que nous supposons bien connues de tous les chimistes.

Nous avons toujours examiné ces quatre éthers sous trois rapports différens. Nous avons cherché d'abord à déterminer leur composition élémentaire. Nous avons pris la densité de leur vapeur ; enfin nous avons voulu, pour plus de certitude, en faire l'analyse en déterminant directement les quantités d'acide et d'alcool qu'on pouvait en retirer. C'est d'après l'ensemble de ces résultats que notre conviction s'est formée, et quelque singulière que notre hypothèse puisse paraître, nous aurions peine à concevoir qu'elle ne fût pas fondée, trois

Digitized by Google

routes aussi diverses par la méthode et par le point de vue nous ayant conduits au même résultat.

Préparation et Propriétés générales des éthers que nous avons examinés.

Ether nitrique. Nous n'avons rien à ajouter aux détails que donne M. Thenard sur la préparation de l'éther nitrique, si ce n'est que plus la quantité sur laquelle on opère est petite, plus l'opération est facile à conduire, et plus on obtient proportionnellement de produit; ce qui se conçoit aisément si l'on se rappelle avec quelle force cette réaction s'effectue. En opérant sur 200$^{gr.}$ d'acide nitrique et 200$^{gr.}$ d'alcool à 40°, par exemple, dans une cornue de trois pintes, il est inutile de refroidir la cornue, si l'on a soin de supprimer le feu aussitôt que la réaction commence. L'opération marche alors tranquillement, et l'éther se condense en entier dans le premier flacon refroidi qui contient l'eau salée. On peut donc supprimer les autres, ce qui rend l'opération plus commode, l'appareil étant moins compliqué et la pression beaucoup moindre.

De la quantité d'alcool et d'acide citée plus haut, nous avons retiré environ 45 à 50$^{gr.}$ d'éther purifié par les procédés connus. Dans cet état, il était d'un blanc jaunâtre, et ne rougissait pas le tournesol. Nous avons trouvé que sa densité était de 0,886 à + 4° c., et à 0^{m},760 de pression.

Ether acétique. Pour éviter toute incertitude sur la pureté de ce corps, nous avons préféré le préparer par l'ancienne méthode, qui consiste à distiller 12 ou 15

Digitized by Google

fois un mélange de parties égales d'acide acétique concentré et d'alcool pur. On se procure ainsi facilement de l'éther acétique alcoolique, mais on ne peut se représenter les difficultés qu'on éprouve pour en séparer tout l'alcool. Si l'on se borne à laver deux ou trois fois le produit et qu'on le dessèche ensuite au moyen d'une distillation sur le chlorure de calcium, on obtient un éther dont la densité, à l'état de vapeur, est de 2,5 ou à peu près. Si on le lave alors de nouveau et qu'on le dessèche ensuite, sa densité augmente et parvient à 2,6 ou 2,7. De nouveaux lavages l'amènent à 2,8, à 2,9, enfin à 3,0 ..... 3,03 ..... 3,06, époque à laquelle elle cesse de croître. Il ne faut pas moins de 12 ou 15 lavages pour produire cet effet, et comme l'eau dissout une assez grande quantité d'éther acétique, le produit assez abondant qu'on a obtenu d'abord finit par être réduit à quelques grammes. Aussi faut-il, pour en obtenir une quantité notable, opérer au moins sur un kilogramme de mélange.

Ainsi préparé et purifié, l'éther acétique bout à 74°. c. sous la pression de 0,76; sa densité et sa tension n'ont pu être prises, faute de matière.

Ether benzoïque. L'éther benzoïque se prépare aisément par le procédé indiqué par M. Thenard. Il consiste, comme on sait, à faire bouillir pendant quelque temps un mélange d'alcool, d'acide hydrochlorique et d'acide benzoïque. Lorsque la moitié du liquide est passée à la distillation, nous recohobons, et nous répétons même deux ou trois fois cette opération. La plus grande partie de l'éther se trouve dans le résidu : on le sépare au moyen de l'eau, et quelques lavages le dépouillent

Digitized by Google

de la majeure partie de son excès d'acide. En le faisant bouillir sur du massicot jusqu'à ce que son point d'ébullition soit devenu fixe, et que tout l'excès d'acide soit saturé, et le distillant ensuite avec précaution, on l'obtient parfaitement pur et tout à fait incolore.

Par le procédé que nous indiquons, on convertit la presque totalité de l'acide employé en éther. Il s'en trouve à peine dans le récipient, lorsque la dernière distillation a été bien conduite.

Ainsi préparé, l'éther benzoïque bout à 209° c.; sa densité est 1,0539 à la température de 10,5° c.; sa tension est très-faible.

Éther oxalique. Nous avons préparé ce corps par le procédé indiqué par M. Thenard; mais les quantités qu'on en obtient sont si peu considérables, qu'après les traitemens nécessaires à la purification du produit, il en reste rarement assez pour qu'on puisse en étudier les propriétés. Après quelques tentatives, nous nous sommes arrêtés au procédé suivant qui nous fournit ce corps en abondance. On distille 1 partie d'alcool, 1 partie de sel d'oseille et 2 parties d'acide sulfurique. Il passe d'abord de l'alcool, puis de l'éther sulfurique, et ensuite un liquide oléagineux qui se rassemble au fond du récipient. On peut pousser la distillation jusqu'à ce que la cornue ne renferme plus de liquide alcoolique. Les derniers produits seront les plus riches en éther oxalique. C'est lui qui constitue le produit huileux dont nous avons parlé. Il faut le séparer de l'alcool surnageant, puis le verser dans un verre à pied contenant de l'eau. Il surnage souvent ce liquide, mais à mesure que l'éther sulfurique auquel il est mêlé s'évapore, il tombe en

Digitized by Google

grosses gouttes au fond du vase. En rajoutant dans la cornue soit l'alcool que contenait le récipient, soit une nouvelle dose d'alcool, on peut encore obtenir autant d'éther oxalique que la première fois. Une troisième distillation en donnerait encore, mais moins. Toutes ces opérations achevées, il faut traiter les produits alcooliques par l'eau, il s'en sépare de l'éther oxalique qu'on réunit au précédent.

L'éther ainsi préparé est très-acide ; il retient en outre de l'eau, de l'alcool et de l'éther sulfurique. Pour le purifier, nous le traitons par de la litharge en poudre, et nous le faisons bouillir sur cette matière jusqu'à ce que son point d'ébullition, qui était d'abord vers 90 ou 100°, soit parvenu à 183° ou 184°, terme auquel il reste stationnaire. En faisant cette opération dans un ballon à col court, l'eau, l'éther sulfurique et l'alcool sont vaporisés, et l'acide libre forme de l'oxalate de plomb qui peut aisément se séparer par décantation, ainsi que l'excès de litharge. On transvase l'éther qui doit être sans action sur le papier de tournesol, dans une cornue bien sèche, et on le distille.

Ainsi préparé, c'est un liquide oléagineux, d'une densité de 1,0929 à 7°,5, bouillant entre 183 et 184° c. sous la pression de 0,76, et dont la tension est très-faible. Son odeur est aromatique, et présente pourtant quelquefois de l'analogie avec celle de l'ail ou du phosphore.

Nous avons supprimé l'emploi de la potasse dans sa purification, à cause de la facilité avec laquelle il est détruit par cette base. Nous avons également été forcés de renoncer à l'emploi du chlorure de calcium, ce corps

Digitized by Google

étant décomposé lui-même, et donnant évidemment naissance à de l'oxalate de chaux, et en même temps sans doute à de l'éther hydrochlorique, si du moins on s'en rapporte à l'odeur.

Nous avons également supprimé les lavages à l'eau, car l'eau seule décompose rapidement cet éther. Il nous est arrivé, par exemple, d'en laisser sous l'eau vingt-cinq ou trente grammes dans un verre à pied pendant huit jours : au bout de ce temps, tout l'éther avait disparu, l'eau n'était plus qu'une dissolution saturée d'acide oxalique, et les parois du verre étaient tapissées de cristaux d'acide oxalique très-remarquables par leur volume et la pureté de leurs formes.

On verra par la suite de ce Mémoire quelle est la fonction des acides minéraux dans la préparation des éthers benzoïque et oxalique. Quelques chimistes ont cru que l'addition d'acide sulfurique, dans ce cas, avait pour objet de retarder le point d'ébullition du liquide, ce qui facilitait la combinaison entre l'autre acide et l'alcool, combinaison qui, dans cette hypothèse, aurait exigé une température un peu élevée pour s'effectuer. M. Thenard admettait que les acides minéraux concentraient l'alcool, et le rendaient ainsi plus apte à former la combinaison qu'on voulait produire. Cette opinion se rapproche beaucoup de la nôtre; car nous admettrons que cet acide transforme l'alcool en éther sulfurique, base réelle des éthers composés.

Digitized by Google

Analyse élémentaire des Éthers que nous avons examinés.

Ces analyses ont été faites par le procédé bien connu de l'oxide de cuivre. Nous avons employé généralement l'appareil de M. Gay-Lussac. Les éthers étaient placés dans de petites ampoules, et l'on forçait leur vapeur à passer lentement sur l'oxide de cuivre chauffé au rouge naissant.

Éther hypo-nitreux. D'après les phénomènes qui se passent dans la formation de l'éther nitrique, il était bien probable que ce corps renfermait de l'acide nitrique désoxigéné. M. Thomson en a cependant calculé la composition en le supposant formé d'acide nitrique et d'hydrogène bicarboné. Cette hypothèse était détruite d'avance par les expériences très-précises de M. Thenard qui, au moyen de la potasse, est parvenu à transformer l'éther nitrique en hypo-nitrite de potasse et en alcool. A la vérité, on pourrait dire que l'acide hypo-nitreux et l'alcool n'y existent pas tout formés et qu'ils se produisent sous l'influence des alcalis. Essayons d'éclaircir ces doutes par des expériences directes.

Nous avons fait passer de l'éther nitrique en vapeur sur de l'oxide brun de cuivre chauffé au rouge naissant, en ayant soin de forcer le gaz à traverser ensuite une longue colonne de tournure de cuivre également rouge. Dans chaque expérience, on a mis de côté les premières éprouvettes de gaz, et on a porté dans l'examen des autres le soin nécessaire pour y découvrir le deutoxide d'azote ou le gaz hydrogène carboné. Les résultats de quatre expériences établissent d'une manière

Digitized by Google

évidente que cette combustion fournit 4 vol. d'acide carbonique pour 1 vol. d'azote. En effet, nous avons trouvé :

1°	80,4	acide carbonique.	19,6	azote.
2°	80,3	*id.*.....	19,7	*id.*
3°	79,5	*id.*.....	20,5	*id.*
4°	79,7	*id.*.....	20,3	*id.*
Moyenne.	79,97	*id.*.....	20,03	*id.*

Dans toutes ces expériences, le gaz azote a été mis en contact avec du gaz oxigène qui ne l'a pas rendu rutilant. Le volume des deux gaz n'a pas été altéré par leur mélange. Ajoutant ensuite de l'hydrogène et faisant détoner, nous avons pu nous convaincre qu'il ne se produisait point d'acide carbonique, et que l'absorption était, dans tous les cas, aussi nette que si l'oxigène et l'hydrogène eussent été seuls.

Les résultats suivans complètent l'analyse de ce corps. Dans quatre expériences, faites à la manière ordinaire, nous avons obtenu :

Pour 0s,100 éther nitrique, 74,7 cm. cb. acide carbonique ou azote à 0°. c. et 0,76.

0,100 *id.*..... 75,5
0,100 *id.*..... 75,8
0,100 *id.*..... 75,2

ce qui donne dans le rapport précédent 60 cm. cb. gaz carbonique, et 15 cm. cb. azote.

D'un autre côté, nous avons recueilli l'eau formée dans ces combustions. Cette eau, tantôt condensée dans

Digitized by Google

du chlorure de calcium, tantôt recueillie dans des tubes refroidis à — 12° c., ne s'est jamais trouvée ni acide, ni alcaline dans les expériences bien conduites.

0g,100 éther nitrique ont fourni	0g,062 eau;
0 ,100 *id.*	0 ,063 *id.*
0 ,100 *id.*	0 ,062 *id.*
0 ,100 *id.*	0 ,061 *id.*

d'où il résulte que l'éther nitrique est formé de :

Carbone	32,69;
Azote	19,00;
Hydrogène	6,85;
Oxigène	41,46.
	100,00.

Transformés en volume, ces résultats représentent :

4 volumes vapeur de carbone;
1 volume azote;
5 volumes hydrogène;
2 volumes oxigène.

On obtiendrait ainsi en effet :

Carbone	32,02;
Azote	18,83;
Hydrogène	6,65;
Oxigène	42,50.
	100,00 (1).

(1) Il est digne de remarque que l'analyse faite par M. Thenard au moyen de la décomposition dans un tube de

Digitized by Google

Considérée sous un autre point de vue, cette analyse donne évidemment pour la composition de l'éther nitrique :

4 vol. vapeur de carbone, 5 vol. gaz hydrogène, $\frac{1}{2}$ vol. gaz oxigène,	1 vol. vapeur d'éther.
1 vol. azote, 1,5 vol. oxigène,	1 vol. acide hypo-nitreux?

Ce résultat inattendu se trouve pleinement confirmé par ceux qui vont suivre.

Ether acétique. Nous avons trouvé pour sa composition, en opérant sur des éthers provenant de diverses

---

porcelaine, se trouve presque entièrement d'accord avec ces résultats. Ce célèbre chimiste a trouvé (*Mém. d'Arcueil*, t. II, p. 367) :

Carbone.....	28,65 ;
Azote.....	14,49 ;
Hydrogène.....	8,54 ;
Oxigène.....	48,52.
	100.

Cette analyse, recalculée avec les données admises aujourd'hui pour la composition de l'acide carbonique et de l'eau, donnerait plus de carbone et moins d'hydrogène. Ces corrections faites, elle s'éloignerait si peu du résultat calculé, que l'on ne saurait trop admirer l'habileté avec laquelle M. Thenard a su vaincre toutes les difficultés inhérentes au procédé compliqué dont il a fait usage.

Digitized by Google

opérations, et en nous bornant aux résultats les plus éloignés :

Carbone.....	54,820	53,06	53,95;
Oxigène.....	36,425	38,25	37,33;
Hydrogène...	8,755	8,69	8,72;
	100,00	100,00	100,00;

résultats qui représentent évidemment :

16 vol. vapeur de carbone ;
16 vol. hydrogène ;
4 vol. oxigène ;

car on aurait eu, partant de cette supposition :

Carbone.....	54,65.
Oxigène.....	36,28.
Hydrogène...	9,07.
	100,».

L'éther acétique peut donc être représenté par un atome d'éther sulfurique $H^{10} C^8 O$ et un atome d'acide acétique $H^6 C^8 O^3$.

On remarquera que l'éther acétique renferme 54 p. 100 de carbone, tandis que l'alcool n'en contient que 52, et l'acide acétique 49 au plus.

Éther benzoïque. L'analyse de cet éther présente quelque difficulté. La densité de sa vapeur étant très-grande, et la proportion de carbone et d'hydrogène qu'il renferme considérable, il arrive très-souvent qu'une portion échappe à la décomposition ; mais on le reconnaît assez facilement à l'odeur que conservent les gaz

Digitized by Google

ou l'eau condensée, et souvent même à l'apparition de stries huileuses dans les portions froides du tube. Ces phénomènes coïncident toujours avec des rapports trop faibles pour le carbone. Quand ils ne se présentent pas, les quantités de carbone sont constantes et telles que l'indiquaient la théorie déduite de la composition des éthers précédens.

Voici les résultats de son analyse :

Carbone.....	73,32 ;
Oxigène.....	19,10 ;
Hydrogène...	7,87.
	100,29.

Comme dans les deux éthers précédens, cette composition est représentée par un atome d'acide benzoïque $H^{10}\ C^{30}\ O^{3}$, plus un atome d'éther sulfurique $H^{10}\ C^{8}\ O$. En effet, les données de l'analyse transformées en volumes, représentent :

38 vol. vapeur de carbone ;
22 vol. hydrogène ;
4 vol. oxigène ;

car en ramenant ces volumes aux poids, on trouverait :

	Résultat calculé.		Résultat obtenu.
Carbone.....	72,69,	au lieu de	73,32 ;
Oxigène.....	20,33.....		19,10 ;
Hydrogène...	6,98.....		7,87.
	100,»»»		100,29.

Digitized by Google

Ether oxalique. L'analyse de cet éther a été faite et répétée à satiété. C'est en effet le plus propre à mettre en évidence le résultat général de ce travail, par la facilité avec laquelle on peut l'analyser au moyen de la potasse, comme nous le verrons plus tard. Nous y avons toujours trouvé presque autant de carbone que dans l'alcool absolu; ce qui serait absolument impossible s'il était formé d'acide et d'alcool, puisque l'acide contient 0,33 de carbone et l'alcool 0,52.

Voici nos résultats :

Carbone.....	49,61	48,95 ;
Hydrogène...	43,77	44,09 ;
Oxigène.....	6,62	6,96.
	100,00	100,00.

En transformant ces nombres en volumes, on arrive évidemment à

12 vol. valeur de carbone;
10 vol. hydrogène;
4 vol. oxigène;

car ces derniers sont représentés par

Carbone.....	49,42 ;
Oxigène.....	43,75 ;
Hydrogène...	6,83;
	100,»» ;

Ce qui établit nécessairement pour la composition de l'éther oxalique un atome éther sulfurique H^{10} C^{8} O et un atome acide oxalique C^{4} O^{3}.

Digitized by Google

Le résultat général de ces analyses se trouve entièrement confirmé par la densité de la vapeur de ces éthers.

Densité de la Vapeur des Ethers que nous avons examinés.

Ces densités, excepté celle de l'éther nitrique, ont été prises par le procédé de M. Gay-Lussac. Nous avons mis beaucoup de soin à ces expériences, persuadés que leurs résultats mettraient mieux en évidence que toute autre méthode la véritable composition des corps qui nous occupent. Les erreurs sur la première décimale sont impossibles dans de telles expériences, et il est bien rare que deux hypothèses puissent fournir des résultats qui ne diffèrent que d'une décimale entr'eux.

Voici nos résultats pour la densité de la vapeur de l'éther nitrique. Dans les trois expériences faites à la température ordinaire sous une pression de $0^m,62$ à 0^m65, nous avons obtenu 2,654 (1), 2,626 et 2,628 pour cette densité ramenée à $0^m,76$, celle de l'air étant prise pour unité.

Si on suppose que l'éther nitrique est formé d'alcool et d'acide hypo-nitreux, aucune hypothèse ne peut satisfaire à la fois aux conditions qui résultent de l'analyse et de la densité de la vapeur.

Si l'on admet, au contraire, que l'éther nitrique est

(1) Le premier de ces nombres est affecté d'une légère erreur due à l'action de l'éther nitrique sur le mastic du ballon. On a eu soin de s'en garantir dans les deux expériences suivantes.

Digitized by Google

formé d'éther sulfurique et d'acide hypo-nitreux dans les proportions précédemment citées, on trouve :

2 vol. vapeur d'éther sulfurique.	= 5,1664 ;
3 vol. oxigène.....	= 3,3078 ;
2 vol. azote.....	= 1,9514.
	10,4256.

$\frac{10,4256}{4} = 2,6064$, nous avons trouvé 2,627 en prenant la moyenne des deux expériences les mieux dirigées ; ce qui nous conduit à cette conclusion, que l'éther nitrique est formé d'un volume d'éther sulfurique, et probablement d'un volume d'acide hypo-nitreux sans condensation.

Ether acétique. La densité de sa vapeur raménée à 0° et 0,76 est égale à 3,067.

Le calcul donnerait, d'après les bases précédentes :

16 vol. hydrogène...	= 1,1008 ;
16 vol. carbone.....	= 6,7520 ;
4 vol. oxigène.....	= 4,4104.
	12,2632.

Or, $\frac{12,2532}{4} = 3,0658$, ce qui s'accorde parfaitement avec le résultat obtenu.

Ether benzoïque. La densité de la vapeur confirme pleinement ces résultats. Nous avons trouvé, par expérience, 5,409 à 0° et 0,76.

En la calculant d'après les bases précédentes on trouverait :

Digitized by Google

38 vol. vapeur de carbone. = 16,036;
22 vol. hydrogène. ..... = 1,5136;
4 vol. oxigène..... = 4,4104;

21,9600;

Or, $\frac{21,9600}{4} = 5,49$, nombre peu éloigné de celui que nous avons trouvé.

Ether oxalique. Nous avons trouvé pour la densité de la vapeur d'éther oxalique ramenée à 0° et 0,76... 5,042 dans une première expérience. Une seconde, faite sur de plus grandes quantités et avec un soin particulier, a donné 5,087; ce qui établit 6^{g},609 pour le poids du litre de cette vapeur à 0° et 0^{m},76.

Or, on a par le calcul :

10 vol. hydrogène. = 0,688;
12 vol. carbone... = 4,410;
4 vol. oxigène... = 5,064;

10,162;

$\frac{10,162}{2} = 5,081$, nombre tellement près de celui qu'a fourni l'expérience, qu'on ne peut douter de l'exactitude du point de vue qui a dirigé le calcul.

Analyse par la potasse des Ethers que nous avons examinés.

Nous aurions pu nous contenter, sans doute, des résultats précédens pour établir l'objet principal de ce Mémoire. Mais si le rapport entre l'acide et la base n'est pas équivoque pour l'éther hypo-nitreux, puisqu'il est donné directement par le rapport de l'azote au carbone;

Digitized by Google

il faut avouer que, pour les trois autres, ce rapport n'est fondé que sur des expériences de précision peu susceptibles de vérification.

Nous avons donc cherché à mettre nos conclusions en évidence par des procédés simples et directs, tels que la décomposition au moyen des bases hydratées ou anhydres. Elles nous ont offert des phénomènes singuliers que nous allons exposer avec soin. Nous prendrons pour type l'éther oxalique. C'est celui dont l'étude nous a offert le moins de difficultés sous ce rapport. Nos expériences sur les autres, quoique incomplètes, sont assez avancées pour que nous soyons autorisés à généraliser les faits que nous citons ici.

On va voir qu'ils s'accordent aussi bien que possible avec les précédens.

3gr.,616 éther oxalique dissous dans l'alcool et traités par la potasse pure, se sont très-promptement décomposés. La liqueur, étendue d'eau, puis saturée d'acide nitrique pur, ne s'est point troublée. Elle a été mêlée de chlorure de calcium en léger excès. On a recueilli l'oxalate de chaux; on l'a bien lavé; enfin on l'a décomposé par le feu, et le résidu a été transformé en sulfate qu'on a eu soin de chauffer au rouge. Ce dernier sel pesait 3gr.,365.

100 parties d'éther oxalique contiennent donc 48,98 d'acide oxalique.

7gr.348 éther oxalique, mis en contact pendant vingt-quatre heures avec une forte dissolution de potasse caustique pure, ont été complètement décomposés. On a introduit le liquide dans une cornue contenant déjà du sous carbonate de potasse sec, on y a rajouté les eaux

Digitized by Google

de lavage du flacon qui renfermait le mélange, et on a procédé à la distillation en prenant tous les soins nécessaires pour éviter les pertes. On a recueilli de cette opération 18^{gr}.277 de liqueur alcoolique, d'une densité de 0,970 à 10° c. ; ce qui en établit la richesse à 0,25 en alcool absolu.

100 parties d'éther oxalique produisent donc 62,18 d'alcool absolu.

On a donc ainsi 48,98 acide oxalique ;
62,18 alcool ;

111,16 ;

c'est-à-dire que l'analyse donne 11,16 en excès, ce qu'on ne peut attribuer qu'à de l'eau qui s'est combinée avec l'un des corps au moment de la séparation ; mais comme l'acide oxalique ne peut point en contenir, il est évident que cette eau doit avoir été prise par l'alcool. Le calcul démontre qu'elle est en proportion telle que sa soustraction ramène celui-ci à l'état d'éther sulfurique. En effet,

	Résultats trouvés.	Résultats calculés.
Acide oxalique....	48,98	49,28 ;
Ether sulfurique...	50,06	50,72 ;
Eau.....	12,12	12,24.
	111,16	112,24.

Nous retrouvons donc par l'analyse, à $\frac{1}{100}$ près, les résultats prévus par le calcul, et nous ne pouvons penser qu'il puisse rester aucune incertitude, d'après cela, sur nos déterminations.

Digitized by Google

Nous avons cherché, ainsi que nous l'avons dit, à analyser également l'éther benzoïque et les autres éthers composés par la potasse, afin d'ajouter cette preuve nouvelle à celle que nous pourions alléguer en faveur de notre opinion; mais, outre la lenteur extrême avec laquelle la potasse agit sur eux, et l'excès qu'on est obligé d'en introduire pour favoriser la réaction, l'acide benzoïque et l'acide acétique ne formant pas de sels complètement insolubles, nous avons eu quelque peine à trouver un moyen précis pour doser ces acides. Les résultats auxquels nous arrivions n'étant jamais d'accord entre eux, nous avons été conduits à vérifier notre hypothèse, en traitant l'éther oxalique par des procédés tels qu'on pût espérer que l'éther sulfurique lui-même serait isolé. Le gaz ammoniac, qui décompose instantanément l'éther oxalique, nous a paru remplir ce but, et la question de savoir si l'éther oxalique contenait de l'alcool ou de l'éther sulfurique, semblait ici devoir être aisément tranchée, puisqu'on n'introduisait pas d'eau dans l'expérience. Une quantité indéterminée d'éther oxalique, soumise à un courant de gaz ammoniac, fut bientôt convertie toute entière en un sel blanc que nous devions regarder comme de l'oxalate d'ammoniaque. Le produit liquide, fruit de la réaction, était resté mêlé au sel; une légère chaleur, jointe à l'effet du courant de gaz ammoniac, l'en a dégagé, et à notre grand étonnement, lorsque l'ammoniaque qu'il contenait en dissolution en a été séparée, nous avons reconnu qu'il s'était produit de l'alcool. Toutefois, dès ce moment même, il nous sembla que la quantité en était beaucoup moindre qu'elle ne devait l'être d'après la

Digitized by Google

quantité d'éther oxalique employé. Nous avons été, comme on peut l'imaginer, fort surpris de ce résultat. Nous ne pouvions admettre que deux suppositions également improbables. La première, c'est que nos données analytiques, nos densités de vapeurs, se trouvaient toutes inexactes; la seconde, c'est que, dans l'expérience, il s'était formé l'eau nécessaire à la production de l'alcool. Dans ce dernier cas, il aurait dû se dégager de l'azote et de l'oxide de carbone, et l'expérience, faite en vases clos, nous montrait que la réaction s'opérait sans dégagement de gaz.

En réfléchissant sur ces faits singuliers, convaincus comme nous l'étions de la précision de nos expériences précédentes, nous n'avons pas hésité à conclure que l'ammoniaque, en réagissant sur l'éther oxalique, formait un sel composé de tout l'acide oxalique, de la moitié de l'hydrogène bi-carboné et d'ammoniaque, tandis que l'autre moitié de l'hydrogène bi-carboné, réunie à l'eau, formait de l'alcool.

Cette supposition était facile à vérifier; car, dans ce cas, on ne doit extraire d'une quantité donnée d'éther que la moitié de l'alcool obtenu en le traitant par la potasse, et en outre le sel restant devait offrir des propriétés et une composition bien différentes de celles de l'oxalate d'ammoniaque.

Cette conclusion a été pleinement confirmée par l'expérience.

25 grammes d'éther oxalique pur ont été placés dans une cornue tubulée. La tubulure recevait un petit tube qui conduisait du gaz ammoniac sec sur l'éther, et le col de la cornue effilé se rendait dans un tube refroidi

Digitized by Google

où devait se condenser l'alcool dégagé. Après avoir soutenu le courant d'ammoniaque pendant quelques heures, on a chauffé la cornue au bain marie, jusqu'à ce qu'elle fût bien desséchée. Elle contenait 19gr,668 de sel; le liquide alcoolique était très-ammoniacal : on l'a saturé avec de l'acide sulfurique affaibli, puis on a distillé à siccité pour retirer l'alcool pur; on en a obtenu ainsi 14gr,600 à 0,908 de densité à la température de 12° c. La richesse de cet alcool étant de 54 p. 100, on obtient ainsi 7,884 d'alcool pur.

Nous avons donc eu par l'ammoniaque 31,536 d'alcool pour 100 d'éther, tandis que par la potasse nous en avions retiré 62,18 de la même quantité, c'est-à-dire le double ainsi que nous l'avions prévu.

D'un autre côté, l'oxalate d'ammoniaque neutre doit contenir 1 atome d'acide oxalique et 4 volumes d'ammoniaque, c'est-à-dire,

4 vol. vapeur de carbone;
5 vol. oxigène;
6 vol. hydrogène;
2 vol. azote.

En le brûlant, on doit obtenir par conséquent 2 volumes d'acide carbonique pour 1 d'azote, comme dans la combustion du cyanogène. M. Dœbereiner a fait voir en effet que l'oxalate d'ammoniaque est formé de telle manière qu'il se décompose sous l'influence de l'acide sulfurique concentré en eau et en cyanogène.

Le sel que nous avions obtenu devait être formé bien différemment, car il était neutre aussi, et il devait contenir, outre tous les élémens du précédent, les 2 volumes

Digitized by Google

d'hydrogène bi-carboné abandonné par l'éther. En ce cas, le rapport de l'azote au carbone devait se trouver de 4 à 1 en volumes.

Nous avons déterminé ce rapport avec le plus grand soin au moyen de l'oxide de cuivre, et nous avons toujours trouvé précisément 8 volumes d'acide carbonique pour 1 volume d'azote. La netteté des résultats était telle que ce rapport n'a pu nous paraître un seul instant douteux. Il ne peut s'expliquer qu'en admettant que ce sel, quoique neutre, ne contient pourtant que la moitié de l'ammoniaque nécessaire à la saturation de l'acide oxalique qu'il contient.

Voici les résultats définitifs de cette expérience remarquable, ramenés à 100 d'éther oxalique :

	Résultat calculé.		Résultat obtenu.
Alcool.....	31,48	alcool...	31,536.
Acide oxalique.....	49,28		
Hydrogène bi-carboné.	19,24	sel total.	78,672.
Ammoniaque.....	11,75		
	111,75.		110,208.

Les résultats obtenus sont aussi *près* que possible des résultats calculés, et d'ailleurs la composition du sel est définie; car on sait qu'il contient tout l'acide oxalique de l'éther oxalique, autant d'hydrogène bi-carboné que l'alcool, et enfin que l'ammoniaque doit s'y trouver dans les proportions indiquées par le rapport de l'azote au carbone.

Ce sel, qui paraît si évidemment se rapprocher, par sa compostion, des sulfo-vinates (1), dont il présente

(1) Nous le considérons comme de l'oxalo-vinate d'ammoniaque, ou plutôt comme un oxalate double d'hydrogène

Digitized by Google

d'ailleurs l'aspect gras, en diffère toutefois par son peu de solubilité. En effet, l'eau en dissout très-peu à froid, un peu plus à chaud, mais beaucoup moins que d'oxalate d'ammoniaque; l'alcool, au contraire, le dissout mieux, et l'abandonne en assez jolis cristaux aiguillés. Dans tous les cas, sa dissolution chaude ou froide ne précipite *ni les sels de chaux, ni les sels de plomb*. Elle ne paraît pas agir non plus sur les autres dissolutions métalliques; mais le peu de solubilité du sel en est peut-être la cause. La baryte à chaud en dégage l'ammoniaque, et forme un sel peu soluble, mais toutefois susceptible de cristalliser par la concentration de la liqueur. Décomposé par le feu, il paraît se sublimer en partie sans fournir *de carbonate d'ammoniaque*, une petite partie se décompose, laisse un résidu de charbon, et donne des traces d'acide hydrocyanique.

Du reste, l'étude de ce sel, de l'acide qu'il contient, et des diverses espèces de ce nouveau genre, fera nécessairement l'objet d'un Mémoire à part, dans lequel nous nous proposons de présenter d'une manière plus détaillée et sa composition et ses propriétés, ainsi que celles des corps analogues fournis par les autres éthers qui nous ont occupés, et dont l'existence ne nous paraît pas douteuse.

Nous demanderons, en terminant ce Mémoire, la

---

bi-carboné et d'ammoniaque. L'acide oxalo-vinique serait un bin-oxalate d'hydrogène bi-carboné, de même que les sulfo-vinates seraient des sulfates doubles d'hydrogène bi-carboné et de diverses bases, et l'acide sulfo-vinique un bi-sulfate d'hydrogène bi-carboné.

Digitized by Google

permission d'exposer à l'Académie quelques idées qui en découlent ou qui s'y rattachent.

Le résultat le plus immédiat de nos recherches consiste à regarder l'éther sulfurique comme une base salifiable, et l'alcool comme un hydrate d'éther. On obtient ainsi pour la composition de ces deux corps :

1 vol. vapeur d'éther, { 2 vol. hydrog. bi-carboné. / 1 vol, vapeur d'eau.

1 vol. vapeur d'alcool, { $\frac{1}{2}$ vol. vapeur d'éther. / $\frac{1}{2}$ vol. vapeur d'eau.

Et pour les éthers hypo-nitreux, acétique et benzoïque que nous venons d'analyser, il est très-probable qu'ils sont formés de :

$\frac{1}{2}$ vol. vapeur d'éther sulfurique.
$\frac{1}{2}$ vol. vapeur d'acide.

L'éther oxalique fait exception, et contient :

1 vol. vapeur d'éther sulfurique.
1 vol. vapeur acide.

Mais les uns et les autres, comparés à l'alcool, n'en diffèrent qu'en ce que le volume de vapeur acide remplace 1 volume pareil de vapeur aqueuse.

Mais il est une autre manière plus générale d'envisager la composition de ces corps. Elle consiste à reporter sur le gaz hydrogène bi-carboné lui-même le caractère alcalin, et l'on acquiert ainsi la faculté d'embrasser d'un seul coup d'œil les combinaisons les plus variées de cet ordre ; nous attachons quelque importance à ce point de vue, et sa simplicité nous engage à

Digitized by Google

lui donner la préférence sur celui que nous venons d'indiquer.

Il s'agit de savoir si le gaz hydrogène bi-carboné possède véritablement le caractère alcalin que nous lui assignons. Or, les preuves suivantes nous semblent ne laisser aucun doute sur ce point.

Le sel que nous avons obtenu en traitant l'éther oxalique par l'ammoniaque contient 2 volumes d'ammoniaque et 2 volumes de gaz hydrogène bi-carboné, qui remplacent les 2 volumes de gaz ammoniac qu'il faudrait pour compléter l'oxalate neutre d'ammoniaque. L'hydrogène bi-carboné a donc exactement la même capacité de saturation que l'ammoniaque.

Dans l'éther hydrochlorique et hydriodique, 1 volume de gaz acide est saturé par 1 volume de gaz hydrogène bi-carboné, de même que dans les hydro-chlorates et hydriodates neutres d'ammoniaque, l'acide et la base se trouvent combinés volume à volume. La capacité de saturation est encore ici la même.

Un atome des acides hypo-nitreux, acétique, benzoïque, oxalique, sature 4 volumes d'ammoniaque : or, dans les éthers formés par ces acides, 1 atome de chacun d'eux sature aussi exactement 4 volumes d'hydrogène bi-carboné. La capacité de saturation se retrouve encore dans cette circonstance.

Enfin, dans les sulfo-vinates que l'on peut considérer à volonté comme formés d'acide hypo-sulfurique, d'huile douce du vin et d'une base, ou bien d'acide sulfurique, d'hydrogène bi-carboné et d'une base, on trouve dans cette dernière hypothèse, qu'un atome d'acide sulfurique est exactement saturé par quatre volumes

Digitized by Google

d'hydrogène bi-carboné, comme il le serait par 4 volumes d'ammoniaque. La capacité de saturation se reproduit encore ici d'une manière également précise.

En continuant la comparaison du gaz hydrogène bi-carboné avec l'ammoniaque, nous voyons que cette dernière base, en se combinant avec les hydracides, donne toujours des sels anhydres, tandis qu'avec les oxacides elle fournit des sels toujours pourvus d'eau de cristallisation, dont il est très-difficile de les priver sans leur faire éprouver un commencement de décomposition.

Nous retrouverons les mêmes caractères aux combinaisons de l'hydrogène bi-carboné avec les acides. Les hydracides forment tous des éthers anhydres, c'est-à-dire des composés d'acide pur et d'hydrogène bi-carboné. Tels sont jusqu'à présent les éthers hydrochlorique, hydriodique.

Les acides oxigénés forment, au contraire, des éthers hydratés, c'est-à-dire, des combinaisons d'hydrogène bi-carboné, d'acide et d'eau.

Ce dernier point de vue embrasse, comme on voit, des composés en apparence très-dissemblables. Malheureusement, on n'a guère de moyens aujourd'hui d'en déterminer directement la valeur. Le gaz hydrogène bi-carboné, n'étant pas soluble dans l'eau, ne peut affecter les couleurs du tournesol et de la violette, qui servent habituellement de réactifs pour les alcalis. On peut objecter encore que les éthers, considérés comme des sels, devraient opérer avec les sels ordinaires des doubles décompositions qu'on n'observe pourtant pas; mais ces phénomènes sont trop peu connus dans leurs

Digitized by Google

détails pour constituer une objection fondée, la nullité d'effet pouvant être due à la production de combinaisons solubles analogues aux sulfo-vinates.

Mais nous osons nous flatter néanmoins que l'opinion que nous discutons ici sera admise; car le meilleur de tous les caractères des bases n'est-il pas la propriété de détruire le caractère acide dans les corps qui en sont pourvus? et pourrait-on citer beaucoup de sels plus évidemment neutres que les éthers? D'ailleurs, leur état liquide ou gazeux ne fait rien à la question; car il existe des sels d'ammoniaque qui sont liquides, et l'hydrocyanate d'ammoniaque n'est pas éloigné de l'état gazeux.

Les transformations singulières d'éther en alcool, d'alcool en éther que nous avons observées ne seraient probablement pas admises sans objection, si nous ne pouvions les appuyer d'un exemple frappant et incontestable. Nous le trouvons dans les recherches si remarquables de M. Chevreul sur les corps gras.

Ces corps nous semblent avoir les plus grands rapports avec les éthers composés que nous venons d'étudier; comme eux, ils sont formés d'une base organique et d'un acide; comme eux, ils se décomposent par l'influence des alcalis; comme eux enfin, ils ont pour base une matière qui, en se séparant de l'acide, absorbe de l'eau qu'on ne peut plus lui enlever ensuite.

Ce rapprochement n'avait pas échappé à la sagacité de M. Chevreul, mais il acquiert par nos expériences un plus haut degré d'évidence et d'intérêt en ce que la fixation de l'eau qui s'effectuait déjà dans la saponification se retrouve ici dans les mêmes circonstances. S'il

Digitized by Google

pouvait rester quelque doute sur la nature saline des huiles et des graisses, la comparaison que nous venons d'établir suffirait, ce nous semble, pour les détruire. A cela près que la synthèse ne peut, pour le moment, recomposer les huiles au moyen des acides et de la base qu'on en retire, tous leurs caractères chimiques correspondent avec ceux que nous avons reconnus à nos éthers. Il est curieux de comparer, sous ce rapport, la saponification de la cétine, par exemple, et le traitement de l'éther oxalique par la potasse. Les acides gras et l'acide oxalique absorbent, quand on les isole, de l'eau qu'on ne peut plus leur enlever qu'en les traitant par une base. La cétine contient de l'hydrogène bi-carboné qui, pendant la saponification, s'unit à de l'eau pour former l'éthal; l'éther oxalique renferme de l'éther sulfurique qui, pendant la réaction de la potasse, s'unit à de l'eau pour former de l'alcool. La ressemblance ne laisse rien à désirer.

Enfin, le point de vue qui découle de nos résultats semble jeter une vive lumière sur le phénomène de la fermentation alcoolique. Chacun sait combien cette singulière transformation de sucre a excité de recherches, et peu de personnes ignorent que M. Gay-Lussac est parvenu à représenter ses produits de la manière la plus simple et la plus élégante. D'après ce célèbre chimiste, le sucre serait représenté dans sa composition par de l'alcool et de l'acide carbonique. La fermentation le ramènerait à cet état en déterminant la réunion de ses élémens sous cette nouvelle forme. Mais pour que cette hypothèse puisse être admise, il faut supposer que le sucre contient 4 ou 5 p. 100 de carbone qui n'agissent

Digitized by Google

pas ou qui sont éliminés d'une manière inconnue ; car on ne peut penser qu'il y ait erreur dans l'analyse du sucre. Les expériences faites par MM. Gay-Lussac et Thenard, Berzelius, Th. de Saussure et par l'un de nous, s'accordent toutes trop bien pour que cette erreur ait le moindre degré de probabilité.

La théorie de la fermentation établie par M. Gay-Lussac laisse donc quelque chose à souhaiter; mais il n'en est plus ainsi dès qu'on substitue l'éther à l'alcool dans la composition théorique du sucre. L'accord le plus parfait se rétablit alors entre la théorie et l'expérience, ainsi qu'on peut s'en convaincre. En effet, d'après l'analyse de M. Berzelius, le sucre anhydre est formé de :

6 volumes vapeur de carbone ;
5 volumes hydrogène ;
2 $\frac{1}{2}$ volumes oxigène ;

l'éther sulfurique contient :

4 volumes vapeur de carbone ;
5 volumes hydrogène ;
$\frac{1}{2}$ volume oxigène ;

il reste donc :

2 volumes vapeur de carbone ;
2 volumes oxigène ;

c'est-à-dire, que le sucre peut être représenté par un volume de vapeur d'éther et deux volumes d'acide carbonique; d'où il résulte que dans sa fermentation le volume de vapeur d'éther doit prendre un volume de vapeur d'eau pour passer à l'état d'alcool. Si cela se passe ainsi, l'augmentation de poids doit être sensible et détermi-

Digitized by Google

nable ; aussi nous proposons-nous d'examiner ce phénomène de nouveau avec l'attention qu'il mérite et le secours des méthodes analytiques qui ont manqué à Lavoisier et à M. Thenard lorsqu'ils s'en sont occupés.

Qu'il nous soit permis, en attendant, de faire remarquer à quel point notre explication est fidèle aux données analytiques. La seule différence qui existe entre les nombres que nous admettons et ceux que M. Berzelius a trouvés porte sur l'hydrogène. Il y aurait dans le sucre, d'après lui, 24 volumes de vapeur de carbone, 10 volumes d'oxigène, et 21 volumes d'hydrogène. Nous n'en admettons que 20 de ce dernier corps, et en cela nous sommes appuyés par les recherches de MM. Gay-Lussac et Thenard, et par celles de beaucoup d'autres chimistes qui ont trouvé dans le sucre l'oxigène et l'hydrogène dans les proportions pour faire de l'eau. Observons en outre que cette erreur d'un 21^{e} sur l'hydrogène est sensiblement proportionnelle à celle que ce chimiste si exact avait faite dans son analyse de l'acide oxalique. Ces considérations peuvent justifier la correction que nous nous sommes permise, et elles ne sont point de trop quand il s'agit des analyses de M. Berzelius, analyses dont chaque jour la précision singulière se vérifie, et qui forment une époque si importante dans l'histoire de la chimie.

Les sucres de raisin et d'amidon paraissent différer surtout du sucre de cannes, en ce qu'ils sont composés de telle manière qu'on peut réellement les représenter par de l'acide carbonique et de l'alcool.

En effet, d'après l'analyse de M. Th. de Saussure, ces sucres contiennent $C^{6} H^{7} O^{3} \frac{1}{2}$, que nous représen-

Digitized by Google

tons par $H^6 C^6 O^3 + H O \frac{1}{2}$, en regardant ce demi-atome d'eau comme de l'eau de cristallisation. Il reste alors :

$$H^6 C^6 O^3 = C^2 O^2 + (H^4 C^4 + H^2 O),$$

c'est-à-dire que le sucre d'amidon est bien représenté par des volumes égaux d'acide carbonique et d'alcool.

En admettant ce point de vue, le sucre de cannes et celui d'amidon peuvent être considérés comme des carbonates d'hydrogène bi-carboné, différens seulement en ce que le premier contient deux fois moins d'eau de cristallisation que le second.

Nous pensons et nous espérons démontrer bientôt que cette manière de voir est, plus qu'aucune autre, propre à expliquer les caractères distinctifs de ces deux espèces de sucre : elle nous semble en outre plus propre qu'aucune autre à diriger dans les expériences qui peuvent faire ressortir leurs propriétés chimiques, et dans l'explication des résultats qu'elles fournissent. C'est, du reste, ce qu'on pourra mieux apprécier quand nous placerons sous les yeux de l'Académie le travail sur les sucres et la fermentation, dont nous nous occupons.

Nous avons récapitulé tous les faits que ce Mémoire renferme dans le tableau suivant, où ils sont exprimés par des formules atomiques, afin d'en rendre l'exposition plus concise. On y remarquera une telle ressemblance entre l'ammoniaque et l'hydrogène bi-carboné, que nous avons lieu d'espérer qu'on regardera nos opinions comme étant dictées par les faits. Notre seul désir est de fournir un guide aux chimistes dans la discussion de ces faits et de leurs conséquences ; si nous nous sommes trompés, le temps et l'expérience

Digitized by Google

feront justice de nos erreurs; mais dans le point de vue actuel, nos conclusions nous paraissent presque forcées.

Comparaison des combinaisons de l'hydrogène bi-carboné avec celles de l'ammoniaque.

NOM DU COMPOSÉ.	BASE.	ACIDE.	EAU.
Hydro-chlorate d'ammoniaque.....	$Az\ H^3$	$2\ H\ Ch$	
Hydro-chlorate d'hydrogène bi-carboné (*éther hydro-chlorique*).....	$2\ H^2\ C^2$	$2\ H\ Ch$	
Hydriodate d'ammoniaque.	$Az\ H^3$	$2\ H\ I$	
Hydriodate d'hydr. bi-carb. (*éther hydriodique*)....	$2\ H^2\ C^2$	$2\ H\ I$	
Hypo-nitrite d'ammoniaque hydraté.....	$2\ Az\ H^3$	$\dot{A}z\ \dot{A}z$	$\dot{H}\ \dot{H}$
Hypo-nitrite d'hydr. bi-carb. hydraté (*éther nitrique*).....	$4\ H^2\ C^2$	$\dot{A}z\ \dot{A}z$	$\dot{H}\ \dot{H}$
Acétate d'ammoniaque hydraté.....	$2\ Az\ H^3$	$H^6\ C^4\ O^3$	$\dot{H}\ \dot{H}$
Acétate d'hydr. bi-carb. hydraté (*éther acétique*).	$4\ H^2\ C^2$	$H^6\ C^4\ O^3$	$\dot{H}\ \dot{H}$
Benzoate d'ammoniaque hydraté.....	$2\ Az\ H^3$	$H^{12}\ C^{30}\ O^3$	$\dot{H}\ \dot{H}$
Benzoate d'hyd. bi-carb. hydraté (*éther benzoiq.*)	$4\ H^2\ C^2$	$H^{12}\ C^{30}\ O^3$	$\dot{H}\ \dot{H}$
Oxalate d'ammoniaque cristallisé et desséché.....	$2\ Az\ H^3$	$C^4\ O^3$	$\dot{H}\ \dot{H}$
Oxalate d'hyd. bi carb. hydraté (*éther oxalique*)..	$4\ H^2\ C^2$	$C^4\ O^3$	$\dot{H}\ \dot{H}$

Digitized by Google

NOM DU COMPOSÉ.	BASE.	ACIDE.	EAU.
Bi-sulfate d'ammoniaque.	$2\,Az\,H^3$	$2\,\ddot{S}$	
Bi-sulfate d'hyd. bi-carb. (*Acide sulfo-vinique*).	$4\,H^2\,C^2$	$2\,\ddot{S}$	
Binoxalate d'ammoniaque.	$2\,Az\,H^3$	$2\,C^4\,O^3$	
Binoxalate d'hyd. bi-carb. (*acide oxalo-vinique*).	$4\,H^2\,C^2$	$2\,C^4\,O^3$	
Bi-carbonate d'ammoniaque hydraté.....	$2\,Az\,H^3$	$4\,\dot{C}$	$\dot{H}H$
Bi-carbonate d'hyd. bi-carb. hydraté (*sucre de cannes*).....	$4\,H^2\,C^2$	$4\,\dot{C}$	$\dot{H}H$
Bi-carbonate d'hydr. bi-carb. bi-hydraté (*sucre de raisins*).....	$4\,H^2\,C^2$	$4\,\dot{C}$	$2\,\dot{H}H$
Hydrate d'hydr. bi-carb. octo-basique (*éthal*)...	$16\,H^2\,C^2$	.....	$\dot{H}H$
Hydrate d'hydr. bi-carb. bi-basique (*éther sulfurique*).....	$4\,H^2\,C^2$	.....	$\dot{H}H$
Hydrate d'hydr. bi-carb. (*alcool*).....	$4\,H^2\,C^2$	.....	$2\,\dot{H}H$
Ammoniaque liquide....	$Az\,H^3$	.....	$2\,\dot{H}H$

On voit dans ce tableau que tous les composés qui s'y trouvent, sauf les hydrates, correspondent exactement entre eux. Partout les mêmes quantités d'acide, de base et d'eau.

L'ammoniaque liquide renferme, au contraire, deux fois plus d'eau que l'alcool ; ce qui permet de penser

Digitized by Google

qu'on pourrait découvrir quelque propriété dans l'alcool étendu d'eau propre à fixer une limite correspondante à l'ammoniaque liquide.

Il serait bien à souhaiter, puisque l'occasion s'en présente, que les chimistes reconnussent les noms systématiques que nous avons hasardés pour les éthers. Ce serait un grand pas de fait pour l'avancement de la chimie organique. Ces noms ont, il est vrai, l'inconvénient d'être un peu plus longs que les anciens, mais ils le rachètent en ce qu'ils offrent une image fidèle et nette des combinaisons auxquelles ils s'appliquent. Toutes les personnes qui ont étudié la chimie organique ont dû s'apercevoir que ce qui rend cette étude embarrassée et pénible, c'est l'absence de connexion entre la composition et les noms; ce qui empêche toujours de suivre la filiation d'une série de phénomènes avec facilité.

Les chimistes se rappelleront que M. Faraday est parvenu à unir directement le gaz hydrogène bi-carboné et l'acide sulfurique concentré. Ils se rappelleront aussi que le même chimiste a le premier émis l'opinion que ce gaz ou ses analogues saturaient l'acide sulfurique; mais il est juste d'ajouter que cette hypothèse rendait moins bien raison des faits observés et des analyses de M. Faraday lui-même que celle de M. Gay-Lussac: tellement, qu'aujourd'hui nous regardons encore les résultats de ces analyses comme la plus grave objection qu'on puisse élever contre nos idées. C'est dire, que si ces dernières sont admises, nous nous croyons en droit de regarder leur démonstration comme nous appartenant véritablement.

Digitized by Google

Conclusions.

Il résulte, ce nous semble, des faits contenus dans ce Mémoire :

1°. Que l'hydrogène bi-carboné joue le rôle d'un alcali très-puissant, doué d'une capacité de saturation égale à celle de l'ammoniaque, et qu'il en offrirait peut-être la plupart des réactions, s'il était, comme lui, soluble dans l'eau ;

2°. Que l'alcool et l'éther sulfurique sont des hydrates d'hydrogène bi-carboné ;

3°. Que les éthers composés sont des sels d'hydrogène bi-carboné ; sels qui sont anhydres lorsqu'ils sont formés par des hydracides, et hydratés lorsqu'ils le sont par des oxacides ;

4°. Que plusieurs acides paraissent capables de former avec l'hydrogène bi-carboné des bi-sels, correspondans à l'acide sulfo-vinique. Ces sels acides unis aux bases, donnent des sels doubles, analogues aux sulfo-vinates ;

5°. Que l'éther naissant peut souvent se transformer en alcool sous diverses influences qui lui font absorber de l'eau ou bien perdre de l'hydrogène bi-carboné ;

6°. Qu'il existe un rapport évident, déjà signalé par M. Chevreul, entre la composition des corps gras et celle des éthers ;

7°. Et enfin que le sucre de cannes et celui de raisin étant considérés comme des composés d'acide carbonique, d'hydrogène bi-carboné et d'eau, tous les phénomènes de la fermentation se trouvent d'accord avec leurs ana-

Digitized by Google

lyses ; le sucre de cannes pouvant être considéré comme du carbonate d'éther sulfurique, et celui de raisin comme du carbonate d'alcool.

Lettre *de M.* Crespel Dellisse *à M.* Gay-Lussac, *sur la Fabrication du Sucre de betterave.*

J'ai un peu tardé à répondre au désir que vous m'avez témoigné de connaître le nombre et l'importance des fabriques de sucre de betterave ; mais, avec la meilleure volonté, il m'a été impossible de rassembler plus tôt les documens nécessaires. Je les tiens en grande partie des fabricans eux-mêmes ; et comme j'ai visité presque toutes les fabriques de sucre, je suis assuré qu'ils méritent la plus grande confiance. Tous les propriétaires des établissemens que je vais citer ont été accueillis par moi et reçus dans mes ateliers, à l'exception d'un seul, M. Houdart de Villers, et j'ai monté en totalité ou en partie, environ la moitié de ces établissemens.

Je joins aussi à la présente un échantillon de sucre brut obtenu immédiatement par la cuite, et un autre obtenu par la cristallisation lente. Ces deux échantillons proviennent du même sirop, et toutes les opérations ont été faites à la vapeur. Le procédé par la cuite a donné un et demi pour cent de sucre de moins que la cristallisation lente, et le sucre est beaucoup moins beau ; mais les sirops de la purgation ont été remis à

Digitized by Google

l'étuve, et donneront encore par la cristallisation lente un sucre de deuxième qualité.

Département du Pas-de-Calais.

M. Dellisse, à Béthune, en suivant le procédé de la cristallisation lente, a fait en 1827, sucre brut. 30000 k.

Il avait cultivé 40 mesures de terre en betteraves (1).

Decroix, à Rollepot, par cristallisation lente (30 mesures) en 1827, environ..... 20000

Raffeneau et Watelet, à Louez, par cristallisation lente, 1827 (110 mesures)..... 60000

Dufour Martin, à Blangy (90 mesures), en 1827..... 50000

Desir, à Biefvillers, par cristallisation lente (60 mesures), en 1827..... 27500

Clemendo et Guilbert, à Baumé, par la cuite, puis par la cristallisation lente (100 mesures), ont été brûlées en 1827.

Aygaleng et Roclincourt, par cristallisation lente (60 mesure), en 1827..... 30000

Crespel Dellisse et Théry, à Neuville, par cristallisation lente (73 mesures), en 1827.. 36000

Crespel Dellisse, à Arras (180 mesures). 98000

Crespel Dellisse, à Genlis (65 mesures). 38000

Crespel Pinta, à Arras (66 mesures).... 46500

Sénéchal, cultivateur à l'abbaye de Choques, travaille par cristallisation lente; il ex-

(1) Une mesure de terre est égale à 42,91 ares.

Digitized by Google

ploite 90 mesures de betterave, et fera, cette année, environ..... 60000 k.

Flahaut, cultivateur à Labourse, par cristallisation lente (40 mesures), fera, cette année..... 30000

Crétal, Bonnel et Compagnie, à Pernes, par cristallisation lente (40 mesures)..... 25000

Lenglet et Desir, par cristallisation lente (60 mesures) cette année..... 30000

Harlé, Corne et Compagnie, à Roclincourt; projet de cuite à la vapeur; n'ont pas encore commencé les travaux (60 mesures).

Pronier, cultivateur à Noyelles, a été brûlé en 1827; il travaillait par la cuite.

Les produits des fabriques établies en 1827 seront un peu augmentés cette année.

Département du Nord.

Desgraviers, à Dunkerque, par cristallisation lente (60 mesures)..... 30000

Cogez, à Thermeries, *idem* (45 mesures). 35000

Houdart, à Villers, par la cuite (40 mesures)..... 15000

Ces renseignemens ont été fournis par un fabricant.

Cafler, à Dorignies, par cuite, puis par cristallisation lente, a été brûlé en 1827.

Harpignies, Blanquet et Compagnie, à Famars, par cuite..... 40000

Béthune de Cambrai, par la cuite, puis par cristallisation lente..... 20000

Digitized by Google

Frémicourt de Crevecœur a aussi abandonné la cuite pour la cristallisation lente.. 20000 k.

Dronsart et Feneuille, par cuite et cristallisation lente (60 mesures), feront, cette année, environ..... 30000

Département de la Somme.

Ledru, à Franvillers, par cristallisation lente (70 mesures), 1827..... 24500

Jallus, à Happlincourt; Leclerc, près Péronne, ne savent ce qu'ils feront.

Devillecholle, à Voyennes, par cuite, puis par cristallisation lente..... 25000

Département de l'Aisne.

Delevigne et Fouquier, à Dury; Crespel Dellisse, intéressé pour un cinquième, par cristallisation lente (80 mesures), ont fait, en 1827..... 45000

Cette année, ils feront 80000 k.

Martine, à Aubigny, Crespel Dellisle, intéressé pour un cinquième (120 mesures), feront, cette année..... 60000

Deverine de Bronchy, par cuite (75 mesures), fera, cette année..... 25000

Bourdon, à Ugny, par cuite, fera, cette année, environ..... 15000

De Tugny, par cristallisation lente, a fait, en 1827..... 10000

Béranger, à Rouppy (15 mesures), en 1827. 7500

Digitized by Google

Divers Départemens.

Le général Preval, à Blois, a abandonné la cuite pour la cristallisation lente..... 50000 k.

Le général comte de Damremont a aussi abandonné la cuite pour la cristallisation lente. 50000

De Chauvelin, à Citeaux, a aussi abandonné la cuite..... 50000

Bernard, à Sussy, n'avait pas réussi par la cuite. En 1827, par la cristallisation lente.. 40000

Buquet, à Roissy, par cristallisation lente en 1827..... 45000

Total..... 1218000 k.

En construction.

Casteleyn et Crespel Dellisse, à Boïstinsecourt, fabrique de premier ordre.

Ledru, à Roye, fabrique de premier ordre.

Butin, à Dury, fabrique de troisième ordre.

Duplaquet, à Genlis, fabrique de second ordre.

Arras, 19 janvier 1828.

D'après les résultats qui précèdent, on ne peut douter que la fabrication du sucre de betterave ne prenne de l'extension et ne soit avantageuse. Il paraît que le procédé de M. Crespel, de faire cristalliser les sirops lentement dans des étuves, est le plus avantageux; il donne une plus grande quantité de sucre et de plus belle qualité; mais il est à regretter qu'il soit si long et qu'il exige de vastes étuves. La dépense en combustible est également considérable, et dans l'état actuel de la fabri-

Digitized by Google

cation du sucre de betterave il faut se garder de faire des établissemens là où le combustible est très-cher. Cette nouvelle branche d'industrie est du plus grand intérêt pour la France, et il appartient au Ministre éclairé du commerce d'en suivre les progrès et de les favoriser.

Analyse *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 7 janvier 1828.

En exécution du réglement, l'Académie procède à l'élection d'un vice-président; M. Mirbel réunit la majorité des suffrages.

M. Gondret présente des considérations sur l'asphixie par la suspension de l'influence de la pression atmosphérique dans les voies de la respiration. M. Warden donne communication d'une lettre de M. Smith, qui a exploré vers la fin de 1826, un territoire jusque là inconnu, situé au S.-O. du grand lac salé et à l'E. des monts Rocky. M. Thomas Grillon annonce qu'il a découvert un nouveau moyen mécanique pour faire mouvoir les navires.

M. Blainville lit une Note sur la différence des mâles et des femelles dans une espèce de gelasine.

M. Gannal lit un Mémoire sur l'Inspiration du chlore contre la phthisie pulmonaire.

On procède au scrutin pour la nomination d'un correspondant dans la section de géométrie. M. Ivory obtient la majorité des suffrages.

Digitized by Google

M. Becquerel lit le Mémoire sur les propriétés électriques de la tourmaline qui fait partie de ce Cahier.

M. Duvau lit un Essai statistique sur le département d'Indre et Loire.

Séance du lundi 14 janvier.

M. Biot lit un Mémoire sur la double réfraction. A cette occasion un paquet cacheté déposé par le même académicien, le 7 janvier 1822, lui est remis : il contenait un écrit intitulé : *Détermination expérimentale des expressions des deux vitesses dans les phénomènes de la double réfraction.*

La Section de Chimie présente, en comité secret, la liste suivante de candidats pour la place de correspondant vacante dans son sein : MM. Arfwedson, à Stockholm ; Henri Rose, à Berlin ; Thomson, à Glasgow ; Houtou Labillardière, à Rouen ; Liebig, à Giessen ; Brande, à Londres.

Séance du lundi 22 janvier.

M. Arago communique une lettre que M. Dalton lui a écrite sur l'aurore boréale du 29 mars 1826; 2° un Mémoire de M. Scoresby concernant les effets singuliers produits par la foudre sur le bâtiment le *New-Yorck*. A cette occasion il rend ensuite un compte verbal de l'important Mémoire de M. Savary sur l'aimantation par l'étincelle électrique.

M. Legendre ajoute de nouveaux détails à ceux qu'il avait déjà donnés sur les belles recherches analytiques de M. Jacoby de Kœnigsberg.

Digitized by Google

M. Cauchy présente un Mémoire sur les résidus des fonctions exprimées par des intégrales définies.

M. Dupin lit une Notice sur l'instruction primaire de la Touraine.

M. Warden communique une Lettre relative à des îles nouvellement découvertes par le capitaine Coffin, non loin de la côte du Brésil.

On procède à l'élection d'un correspondant; M. Arfwedson obtient la majorité des suffrages.

Les membres, nommés au scrutin, des commissions chargées d'adjuger les prix cette année, sont:

Pour le prix de mathématiques relatif à la résistance des fluides : MM. Lacroix, Legendre, Poisson, Fourier et Prony;

Pour le prix d'astronomie : MM. Arago, Mathieu, Lalande, Bouvard et Damoiseau;

Pour le prix de statistique : MM. Coquebert, Fourier, Dupin, Andreossy et Lacroix.

Séance du lundi 28 janvier.

On lit une Lettre adressée à M. Delessert, renfermant des nouvelles de M. Bonpland; une Lettre de MM. Quoy et Gaimard, contenant diverses observations géologiques; une Lettre de M. Valz de Nîmes, sur les élémens des deux dernières comètes.

A la suite d'un rapport de M. Navier, un Mémoire présenté par M. Landormy sur la théorie des volans n'a pas été approuvé.

Il en est de même du nouveau projet de remorque de M. Joseph Anastasi.

Digitized by Google

M. Quenot lit un Mémoire sur le pont suspendu en fil-de-fer, construit à Jarnac sur la Charente.

M. Geoffroi Saint-Hilaire lit un Mémoire sur deux espèces d'animaux nommées *trochilos* et *bdella* par Hérodote, la guerre qu'elles se font et le soulagement qu'en reçoit le crocodile.

Voici l'extrait de ce Mémoire, rédigé par M. Bertrand, D. M., que M. Geoffroy a fait insérer dans le *Globe*.

L'auteur commence par annoncer que son Mémoire n'est, à proprement parler, que le commentaire d'un passage très-court d'Hérodote : « Comme le crocodile, « dit ce grand historien, se nourrit dans le Nil, il a « toujours l'intérieur de la gueule tapissé de *bdella* « (terme que les traducteurs ont rendu par celui de « *sangui-sug*, ou sangsue). Tous les oiseaux, un seul « excepté, fuient le crocodile ; mais cet oiseau unique, le trochilos, vole au contraire vers lui avec empressement, et lui rend un très-grand service ; car « chaque fois que le crocodile vient à terre pour s'y reposer, et qu'il s'y étend les mâchoires ouvertes, le « trochilos pénètre et s'établit dans sa gueule, qu'il « débarrasse des bdella qui s'y trouvent. Le crocodile « est reconnaissant, et ne fait aucun mal au petit oiseau qui lui rend un si bon office. »

Ce passage est un de ceux qui ont le plus exercé la sagacité des commentateurs : quelques-uns n'y ont vu qu'un conte fait à plaisir, tandis que d'autres, pour justifier Hérodote, ont poussé le zèle jusqu'à créer de toutes pièces un animal qui pût imposer au crocodile et fût capable des actions attribuées au trochilos. M. Geof-

Digitized by Google

froy-Saint-Hilaire se propose de prouver qu'Hérodote a été aussi maladroitement défendu qu'injustement attaqué.

Pendant le séjour prolongé qu'il a fait en Égypte, M. Geoffroy a eu en effet occasion de constater que le récit d'Hérodote, très-vrai quant au fond, n'est inexact que dans quelques détails. Il existe bien réellement un petit oiseau qui, voltigeant sans cesse de place en place, s'en va fureter en tous lieux, jusque dans la gueule du crocodile, attiré qu'il y est par les insectes dont il fait le fond de sa nourriture. On aperçoit cet oiseau partout sur les bords du Nil; et M. Geoffroy, lorsqu'il parvint à se le procurer, le reconnut pour une espèce déjà publiée par Hasselquist sous le nom de *charadrius ægyptius*. Nous avons en France un oiseau très-voisin, s'il n'est le même : c'est le *petit pluvier à collier*.

Avec son bec très-fin, cet oiseau ne peut prendre que de très-menus insectes, du frai de poisson, ou ces débris moléculaires, ces fragmens de *detritus* animal que le mouvement des eaux jette sans cesse sur le rivage.

Si le trochilos est bien réellement le petit pluvier, les animaux désignés par Hérodote sous le nom de *bdella* n'ont pu être des sangsues (d'ailleurs il n'existe pas de sangsues dans les eaux courantes du Nil); mais un très-petit insecte du genre de ceux qui fourmillent dans les régions humides et chaudes, et qu'on connaît sous les noms de *cousins* en Europe et de *maringouins* en Amérique. Des miriades de ces insectes voltigent sur les bords du Nil; et quand le crocodile vient se reposer sur le sable, il est assailli par leurs nombreux essaims. Sa gueule n'est pas si hermétiquement fermée qu'ils ne

Digitized by Google

puissent s'y introduire ; ils y pénètrent en si grand nombre, que la surface intérieure de son palais, naturellement d'un jaune vif, paraît recouverte d'une croûte brune-noirâtre. Tous ces insectes suceurs enfoncent leurs trompes dans les orifices des glandes qui abondent dans la gueule du crocodile. C'est alors que le petit pluvier, qui les poursuit partout, vient à son secours, et le débarrasse de ses incommodes assaillans, et cela sans aucun danger pour lui, car le crocodile a toujours soin, quand il va fermer la gueule, de faire quelques mouvemens qui avertissent l'oiseau de s'envoler.

A Saint-Domingue, il existe un crocodile si voisin de ceux d'Égypte, que M. Geoffroy ne l'en a distingué qu'avec peine. Ce crocodile aussi est attaqué par les maringouins, dont il n'aurait aucun moyen de se débarrasser (sa langue, comme celle du crocodile du Nil, étant immobile), si un oiseau, d'une espèce particulière, ne lui rendait le même service que le crocodile du Nil reçoit du petit pluvier.

Ces faits donnent l'explication du passage d'Hérodote, et montrent que l'animal qui y est nommé *bdella*, n'était pas une sangsue, mais un insecte volant analogue à nos cousins.

Il est constant, en effet, que le mot *bdella* signifiait, du temps d'Hérodote, un *suceur;* plus tard, cette signification fut restreinte, et on s'en servit pour désigner spécialement la sangsue. Cette considération permettrait, à la rigueur, de supposer qu'Hérodote ne se serait trompé en rien sur le fait qu'il a raconté ; mais on ne peut guère supposer qu'il ait su positivement quels

Digitized by Google

étaient les animaux qui tourmentaient le crocodile. S'il les avait connus, il les aurait nommés du nom particulier de *conops* qu'il leur donne dans son chapitre 95, dans lequel il traite de leur nombre et de leur excessive incommodité. Et, puisque, contre sa précision accoutumée, il se contente d'employer le mot (vague de son temps) de *bdella*, on doit en conclure qu'il ne savait pas qu'elle espèce de suceurs incommodait le crocodile; et cela confirme M. Geoffroy dans l'idée qu'Hérodote n'a rédigé ce qu'il a dit du crocodile, que sur les renseignemens que lui avaient fournis les prêtres de Memphis.

Hérodote n'est pas le seul des auteurs anciens qui parle des services que le crocodile recevait du *trochilos*. Aristote aussi en fait mention; seulement il se trompa sur la nature de ce service : « Lorsque le crocodile, « dit-il, a la gueule ouverte, le *trochilos* y vole, et *lui* « *nettoie les dents*. Le trochilos trouve là de quoi se « nourrir. Le crocodile sent le bien qu'on lui fait, et « il ne cause aucun mal au trochilos. Quand il veut « le faire envoler, il remue le cou afin de ne le pas « mordre. » (Aristote, *Histoire des Animaux*, liv. IX, chap. 6; traduction de Camus, tom. 1^er^, pag. 555.)

Pline, parlant du même fait, qu'il admet comme ses devanciers, explique autrement l'action du trochilos : « Le crocodile, dit-il, ouvre le plus qu'il peut sa gorge, « qui est délicieusement affectée par le picotement de « l'oiseau. » (Pline, trad. de Guerault, liv. VIII, ch. 255.)

M. Geoffroy-Saint-Hilaire se livre à des réflexions que nous ne pouvons reproduire ici, sur la manière dont on peut se rendre compte de cette espèce de traité passé

Digitized by Google

entre le plus dangereux des lézards et le très-petit oiseau qui lui rend service, c'est-à-dire sur l'harmonie mutuelle établie entre eux; harmonie si nécessaire, que le crocodile, incapable de se soustraire par lui-même aux attaques de ses dangereux ennemis, verrait sa race s'éteindre si le trochilos cessait de le secourir contre eux.

Il est bon d'ajouter que les relations de bienveillance qui lient le crocodile et le trochilos ont été connues de toute l'antiquité. Jamais dans cette longue suite de siècles elles n'avaient été révoquées en doute : Hérodote, Aristote, et plus tard Pline, Elien, Philon, et plusieurs écrivains des premiers siècles de l'ère chrétienne s'étaient plu à les peindre sans réserve ni détour, sans chercher à les affaiblir. Plus tard, il n'en fut plus de même ; on recula devant l'apparence de merveilleux que présente le phénomène, on nia le fait lui-même, ou bien ceux qui l'adoptèrent le défigurèrent pour le rendre explicable. On alla jusqu'à faire du trochilos un oiseau de la grosseur d'une grive, armé d'écailles et d'épines sur le dos et au bout des ailes (1). Ainsi, pour vouloir limiter la puissance et les ressources de la nature, on s'écartait jusqu'au ridicule de la vérité, à laquelle a ramené de nos jours l'observation immédiate des phénomènes.

Les membres de la Commission du prix de médecine sont : MM. Magendie, Boyer, Duméril, Portal, Blainville, Fréd. Guvier, Chaptal, Dulong et Gay-Lussac.

(1) Telle était l'opinion de Blanchart, consignée dans les Mémoires de l'Académie des Inscriptions.

Digitized by Google

Ceux du prix de Physique : MM. Magendie, Mirbel, Desfontaines, Duméril et Cuvier.

Enfin, la Commission chargée d'adjuger le prix de mécanique se compose de MM. Girard, Navier, Prony, Molard et Dupin.

Sur *l'Aluminium*.

Par Mr F. Wöhler.

La connaissance des propriétés physiques et chimiques des élémens qui, à l'état d'oxide, composent la plus grande partie de la croûte de notre globe, est certainement, sous beaucoup de rapports, d'un plus grand intérêt que celle de plusieurs des métaux propres ; car de la connaissance de ces élémens dépendent en partie la manière dont nous concevons la formation de la couche extérieure de la terre, la cause des phénomènes volcaniques, etc. Parmi les radicaux des substances terreuses le plus abondamment répandues dans la terre, on ne connaît jusqu'à présent que celui de la silice, que l'on doit aux recherches de Berzelius. Le radical de l'alumine paraît avoir été réduit par H. Davy, tant par l'action de la pile électrique sur un mélange fusible d'alumine et de potasse, que par celle du potassium en vapeur sur de l'alumine chauffée au rouge blanc ; mais, dans les deux cas, il n'a pas réussi à séparer le métal réduit du reste de la masse, et n'a pu par conséquent en étudier les propriétés.

Il y a quelques années, OErsted découvrit une com-

Digitized by Google

binaison liquide de chlore et d'aluminium par un procédé très-ingénieux, qui consiste à faire passer un courant de chlore sur un mélange de charbon et d'alumine chauffé au rouge. On obtient, suivant lui, de cette combinaison, par l'action de l'amalgame de potassium, un amalgame d'aluminium qui s'oxide très-promtement à l'air, et qui se décompose, par la distillation, en mercure et en aluminium. Il dit seulement de l'aluminium ainsi obtenu, qu'il ressemble à l'étain par sa couleur et son éclat.

J'ai répété l'expérience d'Œrsted, mais je n'en ai obtenu aucun résultat déterminé. Par la distillation de l'amalgame de potassium chauffé avec le chlorure d'aluminium, il reste à la vérité une masse grise fondue, mais en chauffant jusqu'au rouge, elle se volatilise en vapeurs vertes de potassium pur. En suivant une marche différente, je n'ai pu parvenir à réduire l'aluminium par ce procédé. Comme Œrsted remarque, à la fin de sa dissertation, qu'il ne regarde point ses expériences sur l'aluminium comme terminées, il pourrait paraître, quoique plusieurs années se soient depuis écoulées, que je m'immisce dans des recherches commencées par un autre avec bonheur et non encore terminées, parce qu'elles promettent des résultats nouveaux et peut-être brillans; mais je remarquerai à cet égard qu'Œrsted lui-même m'a encouragé à les poursuivre. Avant d'exposer le procédé au moyen duquel on réduit très-facilement l'aluminium, je parlerai du chlorure d'aluminium et de sa préparation; car c'est de ce composé que l'on retire l'aluminium.

Digitized by Google

Chlorure d'Aluminium.

On peut se procurer facilement ce composé et en quantité par le procédé d'OErsted, en opérant de la manière suivante (1). L'alumine précipitée d'une dissolution bouillante d'alun par une dissolution aussi bouillante de carbonate de potasse, et digérée avec un excès de ce dernier (2), a été bien lavée, desséchée, et mêlée à l'état d'hydrate avec de la poussière de charbon, du sucre et de l'huile, en pâte épaisse qui a été chauffée dans un creuset couvert, jusqu'à décomposition de toute matière organique. On obtient de cette matière une substance très-intimement mêlée avec le charbon. Ce mé-

---

(1) J'ai trouvé que le chlorure d'aluminium se forme par ce procédé à la chaleur à laquelle le verre se ramollit, et qu'on peut le préparer dans un tube de verre sur la grande lampe à esprit-de-vin. On voit par là que le premier sublimé qui se manifeste, et qui est ordinairement d'un bleu vert foncé, peut fort bien être dû au fer. On peut préparer de la même manière sur la lampe à alcool le chlorure de titane avec le rutile, le chlorure de tantale avec l'acide tantalique, le chlorure de bore avec le borax calciné, et le chlorure de chrome avec le protoxide de chrome, lequel se présente en écailles brillantes, d'un rouge de fleur de pêcher. Mais cette chaleur n'est point suffisante pour la préparation du chlorure de silicium. Le chlore, conduit sur un mélange de zircon et de charbon, donne beaucoup de chlorure de silicium; mais néanmoins ni l'eau ni l'acide hydro-chlorique ne dissolvent de la masse du muriate de zircone.

(2) L'alumine ainsi préparée contient, comme on sait, de la potasse; mais l'alcali n'a ici aucune influence.

Digitized by Google

lange noir, encore chaud, a été mis dans un tube de porcelaine sur un fourneau convenable. D'un côté était un tube rempli de chlorure de calcium fondu, communiquant avec une source de chlore, et de l'autre, un petit ballon de verre muni d'une tubulure à laquelle était adapté un tube. Aussitôt que l'appareil fut rempli de chlore, le tube fut porté au rouge et le chlorure d'aluminium commença à paraître. Tout le chlore fut absorbé pendant long-temps par la masse rouge. Il s'était rassemblé dans le ballon une assez grande quantité de chlorure d'aluminium, mais à l'état pulvérulent, et pendant tout le cours de l'opération, une petite partie avait été entraînée par l'oxide de carbone, et lui donnait la propriété de fumer fortement à l'air. Au bout de $1^h \frac{1}{2}$, on reconnut que le chlorure d'aluminium obstruait le tube de porcelaine, et on mit fin à l'expérience.

En démontant l'appareil, on trouva que le chlorure d'aluminium avait rempli presqu'entièrement le bout du tube de porcelaine sortant du fourneau. La quantité s'en élevait au-delà d'une once. Il était, partie sous la forme d'aggrégations cristallines, dentelées, passablement longues, partie en masse solide, dure, qui se laissa cependant détacher facilement du tube. Il était d'un jaune verdâtre pâle, demi-transparent, et avait une texture très-cristalline, à grandes lames, et pour ainsi dire talqueuse; mais sans qu'on pût découvrir de cristaux déterminés. A l'air, il fume faiblement, exhale l'odeur de l'acide muriatique, et se résout bientôt en un liquide clair. Jeté dans l'eau, il se dissout promptement avec bruit et chaleur, de manière qu'une

Digitized by Google

petite quantité d'eau est portée promptement en pleine ébullition (1). Suivant OErsted, il se volatilise à une température peu supérieure à celle de l'eau bouillante.

---

(1) Il est évidemment décomposé dans cette circonstance ; car, par l'évaporation de la dissolution, on obtient le muriate ordinaire d'alumine. Ce sel ne peut être considéré comme du chlorure d'aluminium, mais soit comme un hydro-chlorate d'alumine formé au moyen de la décomposition de l'eau par le chlorure d'aluminium, soit comme une combinaison de chlorure d'aluminium avec l'acide hydro-chlorique, qui tient en dissolution l'alumine formée par la décomposition de l'eau ; c'est-à-dire que dans la dissolution du chlorure d'aluminium par l'eau il arriverait ce que Berzelius a établi si clairement pour le fluorure de bore et le fluorure de silicium que l'on met dans l'eau. Pareille chose arriverait pendant la dissolution des chlorures de titane, de silicium, de bore, de chrome, de manganèse, etc. Pour quelques-uns de ces composés, la portion oxidée du radical se sépare, comme dans les combinaisons acides insolubles ; mais pour d'autres la portion oxidée reste en dissolution, ce qui doit toujours arriver lorsque le radical oxidé est par lui-même soluble dans l'eau, comme l'acide chromique et l'acide manganésique. Toutes les combinaisons obtenues par la dissolution d'une terre proprement dite dans l'acide muriatique, comme les muriates d'alumine, de zircone, etc., et le prétendu muriate d'oxide de titane, devraient par conséquent être considérées comme des combinaisons d'un chlorure métallique avec l'acide hydro-chlorique qui tiendraient en dissolution une quantité déterminée d'oxide ; et lorsqu'elles auraient perdu par l'évaporation l'acide hydro-chlorique, on aurait ce que Berzelius appelle *un chlorure basique*, c'est-à-dire

Digitized by Google

Il est fusible, mais son degré de fusion paraît se confondre avec son degré de volatilisation, comme pour l'acide arsénieux, et pendant la sublimation, ce n'est pas la partie qui se sublime, mais bien celle qui est déjà sublimée qui fond là où le vase est le plus chaud, ou plutôt se ramollit comme le verre. Il est toujours facile de réduire en une masse dure le chlorure d'aluminium obtenu en poudre légère, en le distillant dans un petit vase. Il se conserve sans altération dans le naphte, et peut y être fondu sans s'y dissoudre. Il a alors l'apparence d'un liquide d'un rouge brun, et n'est point attaqué par le potassium qu'on y introduit.

Combinaison du chlorure d'aluminium avec l'hydrogène sulfuré. J'ai obtenu cette combinaison par hazard, en recherchant si la couleur du chlorure d'aluminium lui était propre, ou si elle était due à la présence du fer, parce que j'espérais de pouvoir séparer à l'état de sulfure le fer que je supposais en combinaison; et qu'alors le chlorure d'aluminium pourrait être obtenu pur par sublimation. J'ai préparé ensuite plusieurs drachmes de cette combinaison de chlorure d'aluminium et d'hydrogène sulfuré, en sublimant du chlorure d'aluminium dans une petite retorte, pendant que j'y faisais passer un fort courant d'hydrogène sulfuré sec.

---

une combinaison de chlorure métallique et d'oxide. Quelques chlorures et fluorures paraissent au contraire se changer entièrement en radical oxidé et en hydracide, comme, par exemple, le chlorure de silicium et le fluorure de chrome, dont les dissolutions donnent, par l'évaporation, de la silice et de l'acide chromique.

Digitized by Google

La portion de ce gaz qui restait dans l'appareil a été remplacée par de l'hydrogène pur desséché. A la température ordinaire, le chlorure d'aluminium n'absorbe pas d'hydrogène sulfuré. Le nouveau composé se sublime dans le col de la retorte, et donne, partie des petits cristaux lamelleux, blancs, transparens et d'un éclat nacré; partie une masse fondue, dure et cassante. A l'air, il tombe promptement en déliquescence, tandis qu'il s'en dégage beaucoup d'hydrogène sulfuré. Chauffé dans un tube de verre, il se sublime en donnant 30 à 40 fois son volume d'hydrogène sulfuré: mais tout le gaz qu'il contient ne se dégage pas; ce qui est naturel, puisque la combinaison des deux corps n'a lieu qu'à une température élevée.

Jeté dans l'eau, le nouveau produit se décompose avec la même rapidité que le chlorure d'aluminium; il se dégage une grande quantité d'hydrogène sulfuré, et le liquide se trouble par du soufre qui se dépose. Si l'on met un petit morceau du composé dans un tube de verre sur le mercure, et qu'on y fasse passer un peu d'eau, il se développe, presque en un instant, un volume considérable d'hydrogène sulfuré pur. Jeté dans l'ammoniaque liquide, de l'alumine se précipite, et il se forme une dissolution de sel ammoniac et d'hydro-sulfate d'ammoniaque. On voit clairement que le composé contient de l'hydrogène sulfuré, et non du soufre seul, puisqu'à l'état entièrement sec on en dégage ce gaz par la chaleur. Je laisse cependant à décider comment on doit le considérer et si on doit l'assimiler aux combinaisons faibles de quelques chlorures métalliques avec l'ammoniaque.

Digitized by Google

Le chlorure d'aluminium laissé dans le gaz hydrochlorique sur le mercure, ou sublimé dans ce gaz, n'éprouve aucune espèce de changement.

Aluminium métallique.

C'est sur la décomposition du chlorure d'aluminium par le potassium, et sur l'inaltérabilité de l'aluminium par l'eau, qu'est fondé le procédé qui m'a réussi pour réduire et séparer ce métal. Si l'on chauffe dans un tube de verre un petit morceau de chlorure d'aluminium avec du potassium, le tube sera brisé par l'action violente qui a lieu, et qui est accompagnée d'une grande chaleur. J'ai ensuite fait l'opération dans un petit creuset de platine, et elle a parfaitement réussi. L'action est toujours si violente que l'on doit assurer le couvercle avec un fil métallique, pour qu'il ne soit point projeté, et qu'au moment de la réduction, le creuset, quoique faiblement chauffé à l'extérieur, devient tout-à-coup incandescent par la chaleur produite dans l'intérieur. Le platine est à peine attaqué dans cette opération; mais cependant pour être entièrement rassuré sur la possibilité d'un mélange de platine dissous avec l'aluminium réduit, j'ai ensuite toujours opéré la réduction dans un petit creuset de porcelaine, de la manière suivante. On met au fond du creuset quelques morceaux de potassium pur, bien débarrassé de tout naphte adhérent, et par dessus un volume à peu près égal de chlorure d'aluminium. On recouvre le creuset de son couvercle, et on le chauffe sur la lampe à esprit-de-vin, d'abord doucement pour éviter sa rupture par le développement intérieur de chaleur, et en-

Digitized by Google

suite plus fortement jusqu'à ce que cette dernière soit dissipée. La plus grande quantité de potassium que j'ai employée en une fois était de dix petites boules de la grosseur d'un pois. Dans un creuset de Hesse on peut se risquer à opérer sur une plus grande quantité. Quant à la proportion des deux substances, on doit prendre assez de potassium pour que la masse réduite soit alcaline, et assez de chlorure d'aluminium pour qu'il s'en volatilise au moment de la réduction. La masse réduite et bien fondue est d'un gris noir. Après avoir laissé refroidir *entièrement* le creuset, on le plonge dans un grand verre rempli d'eau; la masse saline se dissout avec un faible dégagement de gaz hydrogène, d'une odeur désagréable, et il se précipite une poussière grise qui, examinée de près, particulièrement au soleil, paraît composée de petites paillettes métalliques. Après que cette poussière s'est déposée, on décante le liquide (1), et on la jette sur un filtre où on la lave

(1) Ce liquide est neutre et tient en dissolution beaucoup d'alumine provenant de ce que, pendant la réduction, du chlorure de potassium se combine avec une portion de chlorure d'aluminium qui n'est point dégagé par la violence de la chaleur. J'ai obtenu une combinaison analogue en chauffant le sel marin avec du chlorure d'aluminium placé au dessous. Ce dernier est absorbé en grande quantité par le sel et tellement fixé, qu'on ne peut le dégager par la plus forte chaleur, quoique seul il soit si volatil. Cette combinaison est jaunâtre et se décompose dans l'eau avec dégagement de chaleur. En faisant évaporer la dissolution, le sel marin se cristallise.

Digitized by Google

avec de l'eau *froide*, et on la dessèche. C'est l'aluminium.

L'aluminium forme une poudre grise, ressemblant beaucoup à celle du platine. On y remarque ordinairement, après la dessication, des paillettes métalliques brillantes, et quelquefois j'en ai obtenu de petites un peu adhérentes ensemble, comme des masses spongieuses, qui, en plusieurs endroits, avaient un éclat métallique d'un blanc d'étain. Sous le brunissoir, cette poudre prend très-facilement l'éclat parfait métallique de l'étain, et broyée dans un mortier d'agathe, elle se comprime un peu, et forme alors de plus grosses paillettes métalliques, ou frottée fortement sur l'agathe, elle y laisse des traces métalliques. Elle possède entièrement la métallité, et, sous ce rapport, n'est point analogue au silicium. Elle n'est point fusible à la température à laquelle la fonte entre en fusion : j'ai trouvé qu'elle était devenue seulement un peu plus sombre et un peu plus oxidable, en la chauffant à un violent feu de forge dans un petit tube de verre couvert de charbon et renfermé dans deux creusets bien fermés, séparés par du charbon. Dans l'état d'adhérence et de fusion, l'aluminium serait sans doute un conducteur de l'électricité; mais à l'état pulvérulent, placé comme conducteur dans une paire hydro-électrique, je n'ai pu observer cette propriété (1).

(1) Cette méthode d'éprouver le pouvoir conducteur ne prouve rien par un résultat négatif; car j'ai trouvé que le fer métallique en poudre, obtenu par la décomposition de l'oxalate de fer par la chaleur, ou même par la division

Digitized by Google

L'aluminium chauffé dans l'air jusqu'au rouge, prend feu et brûle avec un grand éclat en alumine blanche, passablement dure (1). Si l'on projette de l'aluminium en poudre dans la flamme d'une bougie, chaque parcelle donne des étincelles aussi brillantes que le fer brûlant dans le gaz oxigène. Il brûle dans l'oxigène pur avec un éclat que l'œil ne peut supporter, et avec un si grand dégagement de chaleur que l'alumine qui en provient est au moins en partie fondue. Les petits morceaux d'alumine sont jaunâtres et certainement aussi durs que le corindon; ils ne rayent pas seulement le verre, ils le coupent. Ayant fait ces essais de combustion dans une petite boule épaisse de verre, la surface intérieure du verre, touchée par le métal, était demi-fondue et brune, et, sans aucun doute, cette couleur était due à du silicium réduit. Il est digne de remarque que l'aluminium, pour s'enflammer, même dans l'oxigène, exige d'être chauffé jusqu'au rouge.

L'aluminium ne s'oxide pas dans l'eau à une tempé-

---

mécanique, ne montre aucune conductibilité en l'essayant de la même manière. Il ne commence à conduire faiblement que lorsque sa poussière a été pressée très-fortement. On ne peut déterminer de cette manière avec certitude le pouvoir conducteur d'un corps pulvérulent.

(1) Si l'aluminium avait été réduit avec du potassium contenant du charbon; par exemple, avec celui préparé par la méthode de Brunner, et qui n'aurait pas été distillé, il contiendrait du charbon, aurait une couleur grise plus foncée, et l'alumine qu'il produirait par sa combustion serait grise et même d'un gris noir.

Digitized by Google

rature ordinaire, et l'eau peut être évaporée sur de petites lames d'aluminium, sans que celles-ci perdent leur éclat. Mais si l'on élève la température jusqu'à l'ébullition, le métal commence à dégager faiblement de l'hydrogène; cet effet continue long-temps après le refroidissement, mais il cesse enfin entièrement. L'oxidation dans l'eau bouillante marche si lentement qu'après beaucoup de temps, les plus petites particules d'aluminium ne paraissent point changées extérieurement. Sans aucun doute, c'est la chaleur qui se développe pendant la dissolution de la masse réduite, qui est la cause du dégagement d'hydrogène, et c'est pour cela qu'il est bon de mettre tout de suite la masse dans beaucoup d'eau froide.

A une température ordinaire, l'aluminium n'est point attaqué par l'acide sulfurique concentré, ni par l'acide nitrique; mais à chaud, il se dissout rapidement dans le premier avec dégagement d'acide sulfureux. Dans l'acide hydro-chlorique et l'acide sulfurique affaiblis, il se dissout avec dégagement d'hydrogène. Pour s'assurer si l'aluminium ne contenait pas du potassium, on a fait évaporer jusqu'à cristallisation la dissolution sulfurique, mais elle n'a donné aucune trace d'alun.

L'aluminium se dissout avec dégagement d'hydrogène même dans une dissolution très-faible de potasse; il se dissout de même dans l'ammoniaque, et la quantité d'alumine que cet alcali peut dissoudre ainsi est étonnante. L'oxidation par la potasse caustique est sans doute la cause pour laquelle Berzelius n'a pas réussi à obtenir l'aluminium, en décomposant le fluorure d'aluminium et de potassium par le potassium et traitant la

Digitized by Google

masse par l'eau. Dans la réduction opérée comme il a été dit ci-dessus, on ne doit point employer de potassium en excès, parce que l'eau avec laquelle on traiterait la masse deviendrait alcaline et pourrait dissoudre le métal.

Dans un courant de chlore chauffé jusqu'au rouge, l'aluminium s'enflamme et se change en chlorure qui se sublime (1).

Sulfure d'aluminium. Le soufre peut être distillé avec l'aluminium sans qu'il en résulte de combinaison ; mais si on le fait arriver sur de l'aluminium fortement chauffé, la combinaison s'opère avec une incandescence très-vive dans toute la masse. Le sulfure d'aluminium est une masse noire, demi-métallique, prenant un éclat métallique noir de fer sous la pierre à polir. A l'air, il sent fortement l'hydrogène sulfuré, se gonfle peu à peu, et tombe en une poussière d'un blanc gris. Mis

(1) L'aluminium chauffé dans la vapeur d'iode n'a point éprouvé d'altération. Ayant fait passer de l'iode en vapeur sur un mélange rouge d'alumine et de charbon, il s'est fait aussitôt une explosion qui a fait sortir la masse hors du tube, et a brisé le récipient de verre auquel le tube était adapté. Cette explosion est très-vraisemblablement due à l'oxide de carbone formé, lequel se sera enflammé avec l'air atmosphérique contenu dans l'appareil. Je fais seulement cette remarque pour avertir des précautions qu'il faut prendre dans la préparation des combinaisons d'iode faites par ce procédé, parce que l'air ne se laisse point chasser aussi facilement des appareils que dans les opérations analogues avec le chlore.

Digitized by Google

sur la langue, il donne une saveur piquante et chaude d'hydrogène sulfuré. Jeté dans l'eau pure, il développe rapidement de l'hydrogène sulfuré, et de l'alumine grise se précipite. Le sulfate d'alumine, rougi dans un courant d'hydrogène, perd, comme il était à prévoir, tout son acide sans être réduit.

Phosphure d'aluminium. L'aluminium, chauffé jusqu'au rouge dans une atmosphère de phosphore, s'enflame et brûle avec une incandescence passablement forte. Le produit est une masse pulvérulente, d'un gris noir, qui prend avec la pierre à polir un éclat métallique d'un gris foncé, et donne continuellement l'odeur d'hydrogène phosphuré. Mis dans l'eau, il donne de l'hydrogène phosphuré ne s'enflammant pas à l'air. Le dégagement de gaz n'est pas aussi rapide qu'avec l'hydrogène sulfuré ; la chaleur le favorise beaucoup.

Séléniure d'aluminium. Le métal mêlé avec le sélénium et chauffé jusqu'au rouge se combine avec lui en produisant de la chaleur. La combinaison est noire, pulvérulente, prend, par le frottement, un éclat métallique obscur. Dans l'air, il exhale une odeur constante d'hydrogène sélénié, et jeté dans l'eau pure, il développe ce gaz avec rapidité. L'eau se teint bientôt en rouge par le sélénium qui se sépare.

Arseniure d'aluminium. Les deux métaux, chauffés jusqu'au rouge, se combinent avec un plus faible développement de chaleur que les corps précédens. Le composé est pulvérulent, d'un gris foncé, prend l'éclat métallique par frottement, et donne une odeur faible d'hydrogène arsénié. Jeté dans l'eau, il n'éprouve au premier instant aucun changement ; mais il commence

Digitized by Google

à donner de l'hydrogène arseniqué, quoique lentement; par la chaleur, le gaz se développe très-rapidement.

Tellure d'aluminium. Le tellure en poudre et l'aluminium, chauffés jusqu'au rouge, se sont combinés avec une si forte incandescence et une si grande rapidité, que la masse entière fut chassée du tube comme d'une arme à feu. On évite le dernier effet en employant le tellure en morceaux. Le tellure d'aluminium est une masse aigre, cohérente, noire et métallique, qui, dans l'air, donne aussitôt une odeur insupportable d'hydrogène telluré, et qui, jetée dans l'eau, produit ce gaz avec rapidité : l'eau devient bientôt rouge, puis brune, et enfin opaque à cause du tellure qui se sépare. Chaque parcelle de tellure d'aluminium, placée sur du papier, forme autour d'elle un anneau métallique, enveloppé d'une efflorescence passablement volumineuse, se dissipant peu à peu. Cette combinaison paraît se décomposer plus vite dans l'eau que le sulfure d'aluminium même.

L'*antimoine* chauffé fortement jusqu'au rouge avec l'aluminium, ne se combine pas avec lui.

(*Annalen der Physik.* 87.)

Digitized by Google

Extrait *d'un Travail sur l'Identité de l'Agédoïte avec l'Asparagine.*

Par Mr A. Plisson,
Pharmacien à la Pharmacie centrale.

(Lu à l'Académie royale de Médecine le 10 novembre 1829.)

Dans des recherches chimiques sur la racine de guimauve, et dont le but a été de prouver la nature identique du sel de M. Bacon et de l'asparagine, j'ai hasardé cette opinion, savoir; que l'agédoïte ou matière cristalline de la réglisse découverte par M. Robiquet pouvait bien n'être également que de l'asparagine. Depuis cette époque, je me suis occupé de vérifier cette opinion, et avant d'exposer les faits sur lesquels je m'appuie, je vais citer un passage du Mémoire de M. Robiquet qui rappellera, à cet égard, et l'opinion de ce chimiste distingué et celle du savant Haüy. Voici ce passage :

« La racine de réglisse contient une matière cristal-
« line qui a l'aspect d'un sel. C'est une substance qui
« mérite réellement d'être examinée, et je ne doute pas
« que quelque personne plus à même que moi de ré-
« péter ces expériences sur des quantités plus considé-
« rables, ne découvre des faits intéressans. J'avais cru
« d'abord avoir affaire au même corps que celui que
« M. Vauquelin et moi avions trouvé dans le suc d'as-
« perges : dans le fait, il s'en rapproche sous plus
« d'un rapport, et il n'y a jusqu'à présent que la
« détermination différente de la forme cristalline don-

Digitized by Google

« née par M. Haüy qui ait suspendu mon jugement. » (*Annales de Chimie*, t. LXXII, p. 159.)

Je vais maintenant soumettre les faits qui m'ont conduit à établir l'identité.

Je me suis procuré de l'agédoïte par le procédé de M. Robiquet en choisissant de la racine récente de réglisse; seulement, au lieu de vinaigre distillé pour séparer le principe sucré, il m'a été beaucoup plus avantageux d'user d'acide sulfurique dilué.

Cette matière, bien purifiée, se comporte au feu de même que l'asparagine; son soluté aqueux ne précipite par aucun réactif; si on la traite à chaud par de la magnésie caustique et de l'eau, il se dégage de l'ammoniaque et il se produit un *aspartate alcalin de magnésie*, *etc.* Enfin, en faisant subir à cette substance un grand nombre de cristallisations, j'ai fini par lui faire prendre les formes principales sous lesquelles j'ai obtenu l'asparagine de la guimauve; ces formes sont l'octaèdre rectangulaire plus ou moins modifié et le prisme droit rhomboïdal. Or, ces formes cristallines ne sont pas du tout incompatibles; on sait en effet que le prisme droit rectangulaire peut produire trois prismes droits rhomboïdaux, et par suite trois octaèdres rectangulaires.

M. Robiquet, rapportant dans son Mémoire qu'il ignore absolument si la substance cristalline de la réglisse contient de l'ammoniaque toute formée, et, dans cette supposition, quel est le corps qui peut la retenir en combinaison, je me suis occupé d'éclaircir ce point, et je me suis assuré, à l'aide du procédé que j'ai décrit dans mon travail sur la guimauve, que l'azote y

Digitized by Google

est en combinaison avec tous les autres élémens, et qu'ainsi l'ammoniaque n'y préexiste pas.

La racine de réglisse sèche ne m'a pas fourni d'agédoïte; mais, comme la racine récente, elle m'a donné des plaques minces, peu sapides, que M. Robiquet a jugées être un sulfate double de chaux et de magnésie. Comme ces cristaux ne m'avaient montré que faiblement quelques-unes des propriétés de ce sel, j'ai cru intéressant de le purifier. J'ai obtenu de nouvelles plaques blanches, sans forme cristalline distincte, et n'exerçant aucune action sur les couleurs bleues végétales: leur soluté aqueux ne précipitait pas le muriate de baryte, l'oxalate d'ammoniaque, les acétates de plomb, le nitrate d'argent, le muriate de chaux, etc., etc., etc. L'hydrate de plomb n'en dégageait pas d'ammoniaque; l'acide sulfurique n'en sépare ni acide acétique, ni acide nitrique; le bi-carbonate de potasse n'y produit aucun changement à froid, mais à chaud il y occasione un trouble considérable; enfin par la calcination ces plaques blanches se charbonnent et répandent des vapeurs acides.

De toutes ces expériences je crois pouvoir conclure que:

1°. L'agédoïte vient se confondre avec l'asparagine pour ne former avec elle qu'une seule et même espèce.

2°. La racine sèche ou fraîche de réglisse renferme un sel végétal à base de magnésie, dont l'acide me paraît nouveau.

3°. La racine sèche de réglisse ne paraît pas contenir de l'asparagine.

Digitized by Google

Sur *un nouveau Degré d'oxidation de l'Iode, et sur les Combinaisons de l'iode avec le carbone.*

Par M. Mitscherlich.

Si l'on dissout de l'iode dans une dissolution de soude qui ne soit pas trop concentrée, jusqu'à ce que le liquide commence à devenir rouge, et qu'on le livre à l'évaporation spontanée, il s'y forme des cristaux permanens à une température basse, dont la forme est un prisme à six pans tronqué à ses extrémités : ces cristaux se comportent à la lumière polarisée comme des cristaux à un axe, se dissolvent dans l'eau froide sans altération, mais sont décomposés par de l'eau un peu chaude ou par l'alcool, en donnant de l'iodure de sodium et de l'iodate de soude. La dissolution des cristaux est décomposée par l'acide sulfurique, l'acide nitrique et l'acide hydro-chlorique ; avec les deux premiers, il se précipite de l'iode qui ne se redissout pas, mais avec l'acide hydro-chlorique, la dissolution de l'iode a lieu. L'action de l'acide hydro-chlorique montre que les cristaux sont une combinaison avec la soude dans laquelle l'iode est moins oxidé que dans l'acide iodique. On ne peut point isoler le nouvel acide, parce que aussitôt qu'il est séparé de sa base, il se décompose en iode et en acide iodique. Lorsqu'on emploie l'acide hydro-chlorique, il se forme aussi de l'acide iodique et de l'iode ; mais en l'ajoutant en excès, il réagit sur l'acide iodique et forme du chlorure d'iode qui redissout l'iode précipité. Ce nouvel acide est entièrement analogue à l'acide hypo-sulfureux,

Digitized by Google

et son existence serait tout-à-fait hors de doute, si ses combinaisons avec la soude ne se décomposaient pas aussi facilement et s'il pouvait se combiner avec d'autres bases. Lorsqu'on précipite en effet une dissolution d'iodite de soude par un sel de baryte soluble, ou tout autre dont la base forme avec l'acide iodique un sel insoluble, il se forme de l'iodure de barium qui reste en dissolution, et de l'iodate de baryte se précipite. Dans un Mémoire particulier je ferai connaître les expériences qui rendent probable que les cristaux dont il a été parlé sont une combinaison de soude et d'acide iodeux, mais qui ne prouvent cependant pas qu'on ne puisse les considérer comme une combinaison d'iodure de sodium et diodate de soude, analogue à celle de nitrate d'argent et de cyanure d'argent découverte par Wöhler, à celle de nitre et de sulfure de wolfram découverte par Berzelius, et enfin à celle de nitrate de mercure et d'iodure de mercure obtenue par Liebig.

En voulant rechercher les divers procédés d'après lesquels on pourrait obtenir cette combinaison, j'ai employé, entre autres, le mélange de dissolutions d'iode et de soude dans l'alcool. Il se forme aussitôt le composé obtenu par Serullas. Mais Serullas, auquel on doit encore un grand nombre d'expériences intéressantes sur ce composé, dit qu'il se forme en même temps de l'iodate de soude, de l'iodure de sodium et de l'hydro-iodure de carbone; mais je n'ai point remarqué la moindre trace d'iodate de soude. En décomposant la substance découverte par Serullas au moyen du cuivre, du fer et du mercure, je n'ai obtenu ni hydrogène, ni aucune autre espèce de gaz, mais seulement

Digitized by Google

une combinaison d'iode et de carbone. On doit donc considérer cette substance comme un composé de carbone et d'iode qui se forme de la manière suivante : au moment où l'on mêle les deux dissolutions alcooliques d'iode et de soude, l'iode se combine avec le sodium, et l'oxigène, devenu libre, se réunit à l'hydrogène de l'alcool et forme de l'eau, tandis que le carbone de l'alcool (si l'on considère ce dernier comme composé d'eau et de gaz oléfiant) se combine avec une autre portion d'iode et produit l'iodure de carbone.

L'iodure de carbone distillé avec du perchlorure de mercure, donne un liquide analogue à celui que Serullas a obtenu en employant le chlorure de phosphore sec, qui n'est aussi composé que de carbone et d'iode; de sorte que nous connaissons deux combinaisons de l'iode avec le carbone, et une de l'iode avec l'hydrogène carboné, qui a été découverte par Faraday, et qui se distingue des deux autres par ses propriétés chimiques et par sa forme cristalline. J'espère pouvoir communiquer, dans quelques mois, les recherches que j'ai faites sur ces combinaisons, et d'autres analogues formées par le brôme.

(*Annalen der Physik.*)

Sur *les Cristaux de Quarz qu'on trouve dans le marbre de Carrare.*

Les cavités remplies de divers fluides qu'offrent plusieurs espèces de cristaux, ont attiré depuis peu d'années l'attention des physiciens. Nous avons déjà publié

Digitized by Google

à ce sujet plusieurs importans Mémoires de sir Humphry Davy et du Dr Brewster. Je me propose de faire connaître dans cette Note les curieux résultats contenus dans un ouvrage de M. Emmanuel Repetti, qui n'a pas, je crois, excité l'attention des géologues autant qu'il le mérite. Cet ouvrage est intitulé : *Sopra l'Alpe apuana ed i marmi di Carrara*. Je dois prévenir les personnes peu disposées à admettre sans de fortes garanties les faits dont elles n'entrevoient pas les causes, qu'en Italie, le savoir et la sincérité de M. Repetti sont généralement appréciés.

Les cristaux de roche qu'on recueille dans les carrières de marbre de Carrare sont ordinairement d'une pureté remarquable. Spallanzani s'est assuré, au Musée de Pavie où il en existe un grand nombre d'échantillons, qu'ils surpassent en limpidité les plus beaux cristaux d'Allemagne, de Hongrie et de Suisse.

Les plus gros et les plus parfaits de ces cristaux, sont contenus dans des cavités irrégulières de la masse calcaire, dans des *fours à cristaux*, comme disent les ouvriers (*forni a cristalli*) *exactement formés* de tous côtés. Ici ces cristaux sont isolés ; ailleurs on les voit réunis en groupes, mais toujours ils adhèrent au marbre. Le plus souvent on les trouve implantés perpendiculairement aux parois inférieure, supérieure ou latérales des cavités ; quelquefois, cependant, leurs extrémités pyramidales sont libres, et ils ne touchent la roche que par les faces ou les angles du prisme hexaèdre que ces pyramides surmontent.

Quant aux petits cristaux qui sont enchâssés dans la pâte même du marbre, ils n'ont pas de transparence.

Digitized by Google

Leur couleur est blanc de lait ; leur extérieur ne présente rien de régulier ; on croirait, dit M. Repetti, que le défaut d'espace les a seul empêché de prendre les formes géométriques qu'affectent constamment les cristaux contenus dans les cavités.

Le cristal de roche n'existe pas indistinctement dans toutes les variétés du marbre de Carrare : le marbre statuaire, par exemple, n'en renferme jamais ; celui dans lequel on le trouve est le marbre ordinaire blanc perlé, des grottes *Colombara*, *della Paiastra* et de *Fossa dell' Angelo*, situées vers le pied du *Monte Sacro*.

Les ouvriers employés dans les carrières de Carrare dirent à M. Repetti, dès ses premières visites, que les cavités du marbre où l'on trouve des cristaux de quarz, renferment généralement une plus ou moins grande quantité d'une eau limpide, légèrement acidulée ; qu'ils ont recours assez souvent à ce liquide pour se désaltérer ; enfin que des cristaux de carbonate de chaux enchâssés dans la pâte du marbre, et qu'ils nomment *luciche*, sont un indice presque certain qu'on trouvera à peu de distance une cavité à liquide et à cristaux de quarz. Telle est la raison qui a amené les ouvriers à appeler ces cristaux du nom d'espion (*la spia*). M. Repetti a reconnu par lui-même l'exactitude de toutes ces assertions.

Je passe maintenant au fait extraordinaire qui forme l'objet principal de cette Note :

« Au printemps de 1819, M. Pantaleone del Nero, « propriétaire d'une carrière dans la *Fossa dell' An-* « *gelo*, faisant scier sous ses yeux, dans la dimension « voulue, un grand fût de colonne pour la nouvelle

Digitized by Google

« église de Saint-François de Naples, aperçut *una* « *lucica*. D'après cet indice, il fit sonder le marbre « avec un fer, et à l'instant même, à la grande sur- « prise de tous les curieux qui assistaient à l'opération, « on vit s'ouvrir une cavité plus vaste qu'à l'ordinaire, « couverte en tout sens de cristaux, et renfermant en- « viron une livre et demie de liquide. Avec plus « d'étonnement encore, on aperçut au fond de la ca- « vité, une protubérance transparente, grosse comme le « poing, et qui paraissait avoir tous les autres caractères « du cristal de roche. M. Nero, transporté de l'idée qu'il « allait se trouver en possession du plus bel échantillon « de quarz hyalin qu'il y eût au monde, se dépêcha de le « détacher de sa matrice; mais, hélas! il avait à peine re- « tiré la main de la cavité, qu'il ne vit plus qu'une sub- « tance élastique et pâteuse, qui, au premier moment, « pouvait prendre toutes les formes, et recevoir toutes « sortes d'empreintes; mais bientôt après elle devint « solide et opaque; elle avait alors l'aspect d'une cal- « cédoine ou d'un beau biscuit de porcelaine. Contrarié « par cette malencontreuse métamorphose, et ne fai- « sant plus aucun cas d'une matière dont tout le mérite « lui semblait perdu, M. del Nero la jeta avec dépit « sur des débris de marbre entassés dans le ravin. »

Tel est, textuellement, le récit de M. Repetti. Ce naturaliste ne se dissimule pas qu'on le trouvera peut-être incroyable; mais, suivant lui, les relations de toutes les personnes présentes à la découverte se sont accordées, et parmi ces personnes il en est plusieurs très-dignes de foi. D'ailleurs, ajoute-t-il, le fait cité par M. del Nero, n'est pas unique à beaucoup près,

Digitized by Google

quoique, à vrai dire, on ne puisse pas citer des cristaux pâteux aussi gros que le sien.

Quand Spallanzani visita Carrare en 1783, les ouvriers lui dirent également qu'ils trouvaient quelquefois dans le marbre, des cristaux mous qui ne devenaient durs qu'après leur extraction. « Mais j'ai reconnu, dit « le célèbre physicien de Naples, que cette opinion « n'est pas fondée. Le quarz contenu dans le marbre « est aussi dur avant son extraction qu'après qu'on l'a « exposé à l'air, ce qui, au reste, est parfaitement « conforme aux lois de la cristallisation. » A une condamnation aussi positive du fait rapporté par M. del Nero, M. Repetti répond que Spallanzani a mal compris les ouvriers, et qu'il a pris à tort pour une règle générale, ce qui n'est et n'a pu jamais lui être donné que comme une exception.

Tel était l'état de la question, lorsque M. Repetti publia son ouvrage en 1820. Depuis il a inséré dans l'*Antologia* une observation qu'il a faite de concert avec M. Pompeo Pironi, naturaliste de Milan, et qui lui semble propre à dissiper tous les doutes. Voici ses expressions textuelles :

« En passant à l'occident *della Foce della Bruciana*, « je remarquai, par hasard, une roche marneuse mi- « cacée, couleur de marron, de l'espèce de celles que « les Français appellent *mollasse*, où, si je puis me « servir de cette expression, la nature se laissa prendre « sur le fait.

« Sur une coupure verticale du terrain contiguë à « la nouvelle route, j'observai quelques veines ou fis- « sures sinueuses, qui traversaient la masse de marne,

Digitized by Google

« et étaient revêtues de quarz et de spath calcaire, et « d'où sortait, comme si l'eau d'infiltration la poussait « de dedans en dehors, une substance molle, gélati- « neuse, *transparente et, de plus, visqueuse* entre les « doigts comme les gommes qui coulent des arbres.

« Je me rappelai aussitôt et les belles expériences « par lesquelles Berzelius a montré qu'une des pro- « priétés caractéristiques de la silice, c'est qu'elle se « précipite de ses dissolutions sous la forme gélati- « neuse, et le phénomène cité dans mon Ouvrage, sur « une masse pâteuse trouvée en 1819 dans une géode « anhydre de marbre de Carrare. Il me parut à l'instant « que le fait que je venais de découvrir, fournirait une « preuve incontestable de la formation récente des cris- « taux de quarz dans les cavités et les fentes des ter- « rains calcaires.

« Mon premier soin fut d'extraire de la fissure une « portion de la substance semi-fluide, et de l'enve- « lopper dans une feuille de papier, me réservant de la « soumettre plus tard à l'analyse chimique. Il me vint « aussi dans la pensée d'imprimer sur cette matière une « figure qui pût attester, si elle se solidifiait, qu'elle « avait été primitivement fluide : mais son *extrême* li- « quidité s'y opposa.

« Dans la soirée, le jour même où je fis cette décou- « verte, je trouvai que la pâte renfermée dans ma feuille « de papier, était devenue solide, opaque, friable, « âpre au toucher et d'une teinte blanche. »

Dans le reste de sa Note, M. Repetti rapporte une série d'expériences faites à Florence, de concert avec le professeur Taddei, et dont il résulte que sa substance

Digitized by Google

pâteuse était un *composé* de *cinq* parties de silice et d'*une* partie de chaux : je dis un *composé*, car l'auteur croit trouver dans les détails de son analyse la preuve que ce n'était pas un simple mélange.

Le lecteur a maintenant sous les yeux tous les élémens de la question, et peut juger, lui-même, si l'observation de M. Repetti est assez précise pour qu'elle doive prendre place dans la science. Peut-être regrettera-t-on que ce naturaliste n'ait pas insisté davantage sur les circonstances relatives à la diaphanéité de la substance qu'il a analysée, et à celle de la grosse masse pâteuse extraite du marbre par M. del Nero. Quant à l'objection de Spallanzani, elle ne peut avoir maintenant aucun poids, puisque les phénomènes de polarisation ont prouvé que les gelées d'orange, de groseille, etc., etc. sont réellement cristallisées, et qu'elles jouissent même de la double réfraction.

Sur *la Nécessité de perfectionner les moyens d'analyse que les Praticiens emploient pour faire des expériences sur les Chaux et les Mortiers.*

Par le Colonel Raucourt de Charleville,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Formé à l'école de M. Vicat, pour la composition des mortiers, j'ai eu l'occasion, dans les travaux dont j'ai été chargé, de faire en grand, de nombreuses et utiles

Digitized by Google

applications de ses ingénieux procédés ; ayant été plus particulièrement pressé, en Russie, de propager ses découvertes, j'ai été conduit à en faire de nouvelles, qui ont été publiées à Saint-Pétersbourg, en 1822, dans mon Traité sur l'art de faire de bons mortiers.

Outre la solution d'une foule de questions indispensables au constructeur, ce Traité renferme une méthode pratique, de composition des mortiers, qui est un résultat de l'expérience ; cette méthode, qui restera la même, quelque progrès que fasse la science, ne laisse aucune espèce d'incertitude dans l'application ; et permet, partout où il y a de la chaux, de l'argile et du sable, de composer sur-le-champ, les mortiers les meilleurs et les plus économiques.

L'édition de mon ouvrage ayant été épuisée en Russie, je suis obligé de le faire réimprimer sous une forme abrégée, pour satisfaire à des demandes qui m'ont été faites dans les pays étrangers ; et comme il est presque inconnu en France, cette nouvelle édition ne sera peut-être pas inutile à ceux de mes compatriotes qui tiendraient à s'entendre sur cette matière, ou qui désireraient connaître une méthode unique et précise de composition des mortiers.

M. Hassenfratz, qui a fait un grand nombre de citations de mes travaux, les a tellement fondus, dans son savant et volumineux ouvrage, qu'on est sans doute plus instruit, après l'avoir lu ; mais on est aussi plus indécis qu'avant, sur les moyens qu'on doit préférer dans l'application.

Des écrivains qui font marcher de front la pratique et la théorie, n'ayant probablement consulté mon Traité

Digitized by Google

qu'à la hâte, n'ont point vu ce qu'il avait de fondamental; et tandis que sur les chantiers je compose sans hésitation tous les mortiers; qu'une analyse pratique des élémens simples, me conduit à des composés certains, qu'enfin, aucun doute n'obscurcit mes applications; les travaux qu'ils publient remettent tout en question, et de plus, dans un langage tellement dépourvu de précision, que leurs énoncés, leurs conclusions, n'ont aucun sens fini, et que leurs efforts, bien loin d'éclairer la science, tendent plutôt à la rejeter dans la confusion.

Pour montrer combien il est intéressant d'attirer l'attention sur la nécessité de perfectionner les moyens de s'entendre, je ferai l'analyse d'une Note publiée (*Annales de Chimie*, tome XXXI, page 243) par un des ingénieurs les plus distingués, qui se soit occupé de cette matière : je veux parler de M. le général Treussart; cela me fournira l'occasion de redresser quelques erreurs sans doute involontaires, que l'on remarque dans les citations qu'il a bien voulu faire de mon ouvrage.

Par exemple, M. Treussart cherche à établir qu'il a observé le premier l'influence du contact de l'air et de l'oxigène dans la torréfaction des argiles; il assure que *je dis*, page 161 de mon ouvrage, « que *l'oxigène est* « *sans action sur les oxides terreux; d'où l'on conclut* « *que ce gaz n'a point d'influence sur les propriétés* « *hydrauliques des chaux.* »

Or, ce n'est pas (*je dis que*) qu'il faut mettre en avant de la phrase citée, mais bien (*on dit que*) : dès-lors, cette phrase signifie; avec celles qui la suivent, « *on dit que l'oxigène est sans action sur les oxides* « *terreux; mais je pense le contraire.* »

Digitized by Google

Ayant ainsi repoussé le reproche d'inconséquence qui m'est adressé, je trouve, page 244 de la Note :

1°. Que je n'ai rapporté aucune expérience, pour prouver l'influence de l'air dans la fabrication des pouzzolanes artificielles ;

2°. Que dans les essais que j'ai faits sur la cuisson au contact de l'air des chaux hydrauliques factices ; je n'ai pas examiné si la résistance à venir des mortiers était plus grande. Ma réponse à ces deux assertions se trouvera dans le résumé suivant.

La découverte de l'influence de l'air sur les argiles tourréfiées, appartient à M. Vicat (page 43 de mon Traité). Cet ingénieur, en 1821, me l'avait directement communiquée ; j'ai répété ses expériences à plusieurs reprises (articles 173 et 213 de mon Traité) et j'en ai conclu ; que l'oxigène de l'air devait jouer un grand rôle dans les changemens opérés ; toute la seconde partie de mon ouvrage est remplie de cette idée.

Je n'ai pas rapporté les détails de ces expériences, parce que je n'ai fait imprimer que les détails relatifs aux découvertes qui me sont propres.

Enfin, j'ai appliqué le mode de cuisson indiqué par M. Vicat pour les argiles, aux chaux hydrauliques factices ; le tableau des résultats a été publié par cet ingénieur dans les *Annales de Chimie*. Si je n'ai pas donné les résistances des mortiers produits, ce n'est pas, comme le pense M. Treussart, parce que je ne les ai pas observées, mais bien parce qu'il était inutile d'en parler, ayant admis avec M. Vicat, que généralement, pour les mortiers bien faits, l'instant de la prise décidait des résistances à venir.

Digitized by Google

Relativement à la question théorique, je regrette beaucoup de ne pouvoir partager l'opinion de M. Treussart, dont les essais directs ont prouvé que la magnésie et les oxides métalliques ne servaient pas à donner des propriété hydrauliques aux chaux ; ses essais pouvant aussi prouver que les oxides n'ont pas été placés, par lui, dans les circonstances favorables pour les développer : n'avons-nous pas remarqué que le contact de l'air ou du charbon donnait aux mêmes élémens des propriétés opposées.

Sans vouloir insister sur les hypothèses que j'ai faites, je rappellerai aux personnes qui connaissent mon Ouvrage, que mes inductions ont toutes été tirées des faits. Ayant eu lieu de remarquer, sur plus de cinq mille essais, que les chaux très-hydrauliques contiennent au moins un tiers de corps étrangers à la chaux pure, et ayant trouvé par l'analyse chimique de plusieurs de ces chaux qui ne contenaient que ce tiers, moitié et plus de magnésie et d'oxides métalliques, peut-être accordera-t-on que je suis fondé à considérer ces oxides comme agissans, au moins jusqu'au moment où l'on m'aura fait connaître des chaux très-hydrauliques qui ne contiendraient qu'une moindre quantité de mélange.

Quant au but utile qu'a pu se proposer M. le général Treussart, en publiant sa Note ; de quelque côté que nous la considérions, nous ne voyons pas comment il est atteint : si cet ingénieur a voulu vérifier mes expériences pour les fortifier de tout le poids de son opinion, il fallait en faire simultanément la série ; alors, au lieu d'arriver à des doutes sur les avantages que peuvent

Digitized by Google

présenter les argiles torréfiées au contact de l'air, et à des regrets sur l'impossibilité de poursuivre; M. Treussart aurait pu conclure; avec M. Vicat, que ces argiles donnent la meilleure pouzzolane possible; et avec moi, que plus ou moins de feu nuit également à cette conclusion.

Si d'ailleurs, la Note était faite pour établir que les mortiers les meilleurs et les plus économiques sont ceux faits en employant de la chaux commune, de la terre cuite et du sable, non-seulement elle sèmerait le doute où il y a certitude; mais elle contiendrait une grande erreur, car ces sortes de mortiers sont généralement les plus coûteux et les plus mauvais. (Page 316 de mon Traité.) Ils sont les plus coûteux, parce que les chaux hydrauliques composées à froid contiennent plus de parties à l'état de sable que les chaux hydrauliques naturelles ou factices; d'où résulte des mortiers plus chers, puisqu'on ne peut les mêler qu'avec une moindre quantité de sable. Ils sont les plus mauvais, parce que les parties en grains provenant de la terre cuite ne présentent pas autant de résistance que les grains de sable siliceux.

Supposons, encore que la Note ait pour objet d'arriver à une recette utile, en affirmant qu'on a fait à Strasbourg un très-bon mortier, avec une partie de chaux commune mesurée en pâte, $1\frac{1}{2}$, de sable, et $1\frac{1}{2}$, de terre cuite; cet objet ne serait pas mieux rempli : d'abord, parce que les expressions dont se compose cette recette sont très-peu définies. Croirait-on, par exemple, avoir dit quelque chose en métallurgie, en assurant qu'avec du cuivre, de l'or et de l'argent, dont on ne disait pas le titre, on a fait un bon alliage? Ensuite, parce qu'on

Digitized by Google

sait, quand on possède bien cette matière, que ces sortes de recettes ne sont que l'énoncé d'un cas particulier qui ne se représentera jamais, et dont la connaissance ne peut être utile à personne.

Si j'avais de l'espace, je prouverais facilement, non pas que cette recette n'a pas produit un bon mortier, expresssion qui n'engage à rien ; mais qu'avec les élémens cités, on pourrait, par d'autres proportions, en composer un meilleur et un plus économique.

Pour me renfermer dans les bornes d'une note, je finirai, en insistant sur la nécessité de mieux définir les élémens, si l'on tient à donner un cachet de véritable utilité aux expériences qu'on publie ; les personnes qui voudront bien consulter mon Ouvrage verront jusqu'à quel point mes observations sont fondées, et combien il est indispensable de repousser pour toujours ces recettes banales, *tant de chaux, de terre et de sable, ont donné un bon mortier* ; elles ne peuvent être d'aucun secours, puisque la nature ne reproduit jamais deux élémens semblables : toute méthode de composition doit donc commencer par l'étude et par l'analyse des élémens dont on compose les mortiers.

On peut les décomposer, en élémens chimiques, en poudre impalpable, et en élémens physiques, ou sable dont la présence ne peut changer les propriétés chimiques des poudres.

Les élémens chimiques mêlés avec de l'eau seront nécessairement la partie enveloppante des mortiers.

Les élémens physiques en seront les parties enveloppées.

Les poudres doivent se diviser en deux parties, celle

Digitized by Google

qui agit chimiquement sur la chaux pure, pour la rendre hydraulique ; celle qui n'a sur la chaux aucune action chimique.

La première se combine à la chaux et forme la partie enveloppante ; l'autre s'ajoute au sable, et devient partie enveloppée.

Le *minimum* de parties enveloppantes, doit être au moins égal au volume des vides des parties enveloppées. Si elles n'ont point de vide, comme les poudres, par exemple, il faut partie égale.

Ainsi, pour bien définir les chaux, les terres et les sables, on doit rechercher ce qu'ils renferment séparément d'élémens physiques et chimiques, agissans ou non agissans, ce que les praticiens peuvent faire sur les chantiers ; après quoi, il ne faut plus que du bon sens, pour chercher les proportions de chaque composant qui doivent fournir une combinaison désirée. Autrement, on doit concevoir que deux chaux communes, deux terres, deux sables, jugés semblables sans autre examen détaillé, pourraient cependant contenir des élémens physiques et chimiques dissemblables, qui ne sauraient être pris dans les mêmes proportions pour former le meilleur composé.

Ce court exposé doit suffire, pour montrer qu'il ne peut y avoir de recette générale, par l'irrésistible raison que la matière n'en comporte pas ; d'où l'on voit que c'est rendre un mauvais service à la science de composition des mortiers, et en quelque sorte, la faire rétrograder, que de chercher à en établir ; par des exemples qui n'auront jamais leur analogue, et qui sont d'autant plus dangereux que la personne qui les pro-

Digitized by Google

duit a plus de droit à la confiance; c'est pourquoi je combats les conclusions de M. le général Treussart; c'est aussi par le cas particulier que je fais de son suffrage, que j'ai repoussé les propositions qu'il avait avancées sur mon Traité des Mortiers; prouvé qu'elles n'étaient aucunement fondées, et fait voir, que pour ajouter aux découvertes de M. Vicat et aux expériences que j'ai faites, il faut se servir des moyens d'analyse que je propose, ou de tout autre plus parfait et plus complet que ceux communément employés.

De *l'Influence que l'électricité exerce sur l'émanation des odeurs.*

L'un des derniers Numéros de l'*Antologia* de Florence renferme le passage suivant :

« Lorsqu'un courant continu d'électricité traverse un « corps odoriférant, le camphre, par exemple, l'odeur « de ce corps devient de plus en plus faible, et, enfin, « elle disparaît entièrement. Quand ceci est arrivé, « qu'on soustraie le corps à toute influence électrique ; « qu'on le mette même en communication avec le sol, et « l'on remarquera qu'il reste sans odeur pendant quelque « temps. Le camphre ne reprend ses anciennes pro- « priétés que peu à peu et assez lentement. »

L'auteur de cette curieuse expérience, M. Guillaume Libri, promet de la décrire avec plus de détail. Nous souhaitons vivement que les importantes recherches analytiques dont il est maintenant occupé ne l'empêchent pas de réaliser promptement son projet. Les physiciens

Digitized by Google

qui ont essayé de la vérifier trouveront, nous n'en doutons pas, dans le Mémoire qu'annonce le savant géomètre de Florence, la solution des difficultés qu'ils ont rencontrées.

Sur *un Fluorure de manganèse gazeux*.

Par M. Wöhler.

Les fluorures et les chlorures métalliques découverts nouvellement, qui sont proportionels aux combinaisons que leurs métaux forment avec les acides, et qui sont remarquables par leur état gazeux, ou du moins par leur grande volatilité, m'ont engagé à chercher s'il n'existait pas un fluorure de manganèse correspondant à l'acide manganésique.

Si l'on verse de l'acide sulfurique dans un mélange de caméléon minéral ordinaire, et de moitié autant environ de spath-fluor en poudre, il se dégage avec rapidité une grande quantité de vapeurs d'un beau rouge pourpre. Si l'on fait l'expérience dans une cornue de platine, dont le bec plonge dans un creuset de même métal, et au fond duquel on a mis un peu d'eau, le gaz se trouve absorbé par cette eau, qui, en peu de temps, prend la belle couleur rouge pourpre d'une dissolution saturée d'acide manganésique, et devient acide. Si l'on ouvre la cornue avant que le dégagement ne soit achevé, on la voit remplie d'un gaz *jaune*, qui, au moment du contact avec l'air, forme un nuage d'un rouge pourpre.

Pour me convaincre que la couleur jaune du gaz ne provenait pas par hasard du salpêtre non décomposé,

Digitized by Google

et resté avec le caméléon, j'ai préparé du manganésiate de potasse cristallisé et pur, en faisant rougir faiblement, parties égales de potasse hydratée et de peroxide de manganèse; j'ai mêlé ce sel cristallisé avec environ autant de spath-fluor pulvérisé et exempt de silice, et j'ai versé de l'acide sulfurique fumant sur le mélange dans la cornue de platine.

Le col de la cornue entrait à travers un bouchon dans un récipient de verre, qui était pourvu d'un tube conducteur; le mélange s'échauffa à l'instant au plus haut degré, et le récipient se remplit à l'instant d'un gaz d'un jaune verdâtre beaucoup plus intense que le chlore. Ce phénomène n'est visible que pendant quelques instans, parce que, comme on pouvait le prévoir, le fluorure est décomposé par le verre qui en est fortement corrodé et se recouvre d'une substance brune qui teint en rouge pourpre intense l'eau qu'on verse dessus.

L'eau dans laquelle plongeait le tube conduisant hors du récipient, se colorait promptement en rouge par le gaz arrivant encore jusque là, et se couvrait d'une croûte de silice qui était colorée par l'acide manganésique, d'un rouge fleur de pêcher. En démontant l'appareil, le récipient se trouva rempli de gaz fluo-silicique, et la cornue d'un gaz jaune transparent, qui forma à l'instant dans l'air un nuage d'un violet foncé.

Il paraît ainsi qu'il s'est formé un fluorure de manganèse, qui est gazeux, d'un jaune verdâtre, et qui, dans son contact avec l'air, forme un nuage rouge pourpre, se dissout dans l'eau en la colorant d'un rouge pourpre foncé, et se décompose par le verre en acide manganésique et en gaz fluo-silicique.

Digitized by Google

Dans des expériences souvent répétées, je n'ai pu jamais remarquer que quelques parties se fussent condensées dans le col de la cornue; et je crois en général pouvoir conclure de tous ces phénomènes, que cette combinaison est effectivement un gaz permanent, et non un liquide très-volatil. J'aurais encore fait à cet égard quelques essais, si des difficultés toutes puissantes provenant de la décomposition du corps par le verre ne s'y étaient opposées; quoiqu'il soit, d'un autre côté, assez indifférent de savoir si un corps est volatil ou fluide; car l'état gazeux ou liquide est très-relatif.

Ayant essayé de dessécher le fluorure de manganèse pendant son dégagement, en remplissant le col de la cornue de platine de morceaux de chlorure de calcium fondu, le fluorure a été décomposé avec une grande rapidité, le col de la cornue s'est échauffé extrêmement, et il n'a paru aucune trace de fluorure de manganèse gazeux, mais seulement beaucoup de chlore pur, et la soudure d'or de la cornue a été aussi fortement attaquée.

La dissolution rouge pourpre du gaz dans l'eau dissout rapidement le cuivre, le mercure et l'argent sans développement de gaz; elle se décolore complètement et devient claire comme l'eau : cette circonstance dépend, sans aucun doute, de la formation des fluorures d'argent, etc., etc., et du fluorure de manganèse correspondant à l'oxidule. L'or et le platine ne paraissent pas en être attaqués. J'ai conservé cette dissolution d'un rouge pourpre pendant plus de six mois dans un flacon de verre fermé sans que sa couleur se soit altérée. Cependant on ne peut l'employer pour la préparation de l'a-

Digitized by Google

cide manganésique ; car, évaporée doucement dans un vaisseau de platine, elle développe continuellement du gaz oxigène et des vapeurs d'acide fluorique, et il reste enfin une substance brune, brillante, de laquelle le fluorure de manganèse peut être extrait par le moyen de l'eau, en un sel basique noir.

De *la Compressibilité des différens liquides sous de hautes pressions.*

Lettre de Mr Œrsted au Dr Brewster.

Dans le cours de l'été dernier, j'ai fait un grand nombre d'expériences sur la compressibilité des différens liquides, particulièrement sur celle de l'eau, et je suis occupé maintenant à calculer les corrections qui doivent être faites, à cause des variations dans la pression atmosphérique, la température, etc. Aussitôt que j'aurai terminé ce travail, je vous l'enverrai pour être traduit : cependant les résultats suivans ne seront pas changés par ces corrections :

1°. Aussi loin que la force de mon appareil m'a permis de pousser la pression (savoir jusqu'à celle de 70 atmosphosphères), j'ai trouvé que la compressibilité était proportionnelle à la pression.

La diminution de volume correspondant à une atmosphère s'élève, comme l'a déjà trouvé Canton, à environ 45 millionièmes du volume. M. Perkins a obtenu, par une compression de 100 atmosphères, un centième du volume, ce qui est beaucoup plus que ce que mes expé-

Digitized by Google

riences m'ont donné. Je n'ai obtenu que 0,0045 pour 100 atmosphères, par des calculs fondés sur le résultat des recherches faites avec des pressions au dessous de 70 atmosphères; et cette grande différence entre mes résultats et les siens m'a engagé à répéter mes expériences avec le plus grand soin, et je crois que, vu leur simplicité, on ne pourra douter de leur exactitude.

2°. En poussant la compression de l'eau à 48 atmosphères, il ne s'est dégagé aucune chaleur.

3°. La compressibilité du mercure n'est pas beaucoup plus que d'un millionième de son volume par atmosphère.

4°. La compressibilité de l'éther sulfurique est environ trois fois aussi grande que celle de l'alcool; environ deux fois aussi grande que celle du sulfure de carbone, et seulement une fois et un tiers aussi grande que celle de l'eau.

5°. La compressibilité de l'eau qui contient des sels, des alcalis ou des acides, est moindre que celle de l'eau pure.

6°. La compressibilité du verre est extrêmement petite et beaucoup au dessous de celle du mercure.

Opinion *de feu* Bénédict Prevost *sur la Blancheur, extraite de ses Manuscrits par M. le professeur* Pierre Prevost.

« La blancheur n'est qu'une sensation relative; c'est « toujours celle que fait naître la lumière dominante. » Telle est l'opinion que Bén. Prevost soutenait dans ses

Digitized by Google

Cours (1). Voici les argumens sur lesquels il la fondait :

1°. Le même objet, frappé de la même lumière, peut paraître blanc, bleu ou jaune, selon la manière dont d'autres objets voisins se trouvent éclairés (2). Deux lumières, celle du jour et celle d'une bougie, étant vues séparément, paraissent blanches. Rapprochées; l'une (celle du jour) paraît bleue, l'autre (celle de la bougie) paraît jaune. Et le même objet, éclairé de l'une ou de l'autre, ou des deux à la fois, reste blanc.

2°. La flamme d'une bougie, d'un blanc si brillant, lorsque seule elle dissipait d'épaisses ténèbres, ne paraît plus, en plein midi (par un beau soleil), qu'une tache obscure d'un jaune enfumé.

3°. Le ver luisant, vu de nuit d'un peu loin, est d'un blanc très-brillant. C'est alors la lumière qui domine sur celle qui arrive à l'œil des autres objets. Est-elle au contraire dominée? La partie phosphorescente de l'insecte paraît d'un bleu verdâtre.

4°. La lumière de la lune, réfléchie par un corps blanc, donne aussi, de nuit, la sensation du blanc : le corps paraît blanc comme de jour. Cependant si sur le corps blanc se projette une ombre occasionée par l'interception de la lumière d'une bougie qui éclaire les autres parties du même corps, la partie qui n'est

---

(1) Elle a été simplement mentionnée dans la *Notice* de sa vie. Genève, 1820, p. 33. (P. P. p.)

(2) Ce phénomène est celui que Rumford a observé, que Léonard de Vinci avait déjà reconnu, et que j'ai coutume de rapporter au contraste. (Voy. *Essais de philos.*, Genève (xiii) 1804, p. 73.) (P. P. p.)

Digitized by Google

éclairée que par les rayons de la lune paraît d'un bleu verdâtre très-clair (1).

Bén. Prevost tire encore un argument de l'effet que produit un verre coloré sur l'aspect général du terrain, et un autre encore des phénomènes du daltonisme. Mais ces deux argumens ne me semblent rien ajouter aux précédens, bien que ce soient des faits en eux-mêmes dignes d'attention.

A la suite de l'opinion sur la blancheur que nous venons d'exposer, l'auteur fait deux remarques, comme présentant des phénomènes analogues.

La première, que la lumière la plus faible de celles qui nous affectent en même temps produit, la sensation du noir. L'ombre, opposée à la clarté du soleil, en est un exemple. Toute couleur très-foncée, étant peu éclairée, paraît noire, même l'écarlate.

La deuxième remarque exige un peu plus de développement. Ce n'est pas seulement le blanc, qui n'est qu'une couleur relative. Nous avons vu que l'ombre projetée sur un corps blanc qu'éclaire en même temps

---

(1) Cette observation avait déjà été faite par Le Gentil, et se trouve consignée dans le *Bulletin philomatique* de janvier 1792, avec une circonstance additionnelle; suivant cet observateur, l'ombre de la lumière de la bougie (c'est-à-dire la partie que la lune seule éclaire) paraît verdâtre; et l'ombre de la lune (ou la lumière de la bougie seule) paraît rouge. Cette dernière circonstance indique l'effet du contraste, qui fait vivement ressortir les nuances des deux blancheurs. Avant Le Gentil, le contraste de la lumière de la lune et d'une chandelle avait déjà été remarqué par Mariotte. Suivant lui, celle de la lune, par le rapprochement, paraissait bleue, et celle de la chandelle rougeâtre. (*Œuvres*, t. 1, p. 181.) (P. P. p.)

Digitized by Google

un jour faible et une bougie, paraît jaune ou bleue, selon que cette ombre provient de l'interception de la lumière du jour ou de celle de la bougie. Or, le même corps blanc, ne recevant plus la lumière du jour, peut être éclairé à la fois par deux autres lumières, par celle d'une bougie et par la flamme de quelque combustible; par exemple, d'une javelle qui brûle sous la cheminée. En ce cas, l'ombre formée par la seule interception de la lumière du foyer et uniquement éclairée par la bougie, paraît bleue, tandis que l'autre (l'ombre que projette la bougie et qu'éclaire la seule lumière du foyer) paraît jaune; de sorte que cette même lumière, qui, rapprochée de celle du jour, paraissait jaune et qui seule est jugée blanche, maintenant comparée à la lumière du foyer, est devenue bleue.

D'autres lumières, substituées à celle de la bougie, peuvent à leur tour paraître jaunes et faire paraître bleue celle de la javelle (1).

(Note du Rédacteur.) On trouve dans le tome III des *Annales de Chimie*, année 1789, un Mémoire de Monge, relatif à des phénomènes qui ont quelque analogie avec celui dont B. Prevost s'est occupé. Suivant Monge, « il entre, pour ainsi dire, quelque chose « de moral dans le jugement que nous portons sur la « couleur des objets, puisque, dit-il, dans ce juge- « ment, nous ne sommes pas déterminés uniquement

---

(1) L'observation contenue dans cette seconde remarque est nouvelle et a son prix, indépendamment de toute vue systématique. (P. P. p)

Digitized by Google

« par la nature absolue des rayons de lumière que les « corps réfléchissent ; car l'impression que forme « un même rayon produit tantôt la sensation de la cou- « leur rouge, tantôt celle de la blanche, suivant les « circonstances. »

Voici l'expérience qui l'avait amené à ces idées.

Lorsqu'on regarde *une suite d'objets* de différentes couleurs au travers d'un verre rouge *qui ne laisse passer qu'une seule espèce de rayons*, les corps blancs et les corps rouges paraissent les uns et les autres de la même teinte ; mais cette teinte n'est pas rouge comme il semblerait naturel de le penser : tous ces corps paraissent blancs. L'illusion est d'autant plus frappante que les objets qu'on regarde à travers le verre coloré, sont plus éclairés, plus nombreux, et qu'il y en a parmi eux un plus grand nombre qu'on sache être naturellement blancs. Passons maintenant de l'expérience à l'explication qu'en donne Monge.

Lorsque nous jetons les yeux sur les objets qui nous entourent, leurs surfaces ne nous envoient pas seulement des rayons de la teinte des corps auxquels ces surfaces appartiennent, mais aussi des rayons de lumière blanche. C'est par ces derniers rayons que nous jugeons des enfoncemens, des saillies, et généralement du degré d'obliquité des différentes parties de la surface des corps ; ce sont eux qui forment les points brillans et les lignes lumineuses que les peintres représentent par un point ou par un trait parfaitement blanc.

« Quand nous regardons les corps colorés au travers « d'un verre rouge, il n'y a que la portion rouge de « la lumière blanche réfléchie par leur surface qui ar-

Digitized by Google

« rive à l'œil. Ces rayons sont donc les seuls qui, « par leur nombre, puissent nous déterminer et nous « déterminent, en effet, dans le jugement que nous « portons sur l'obliquité des différentes parties des sur- « faces. Ils exercent dans la vision la même fonction « nécessaire que nous sommes accoutumés à voir exer- « cer aux rayons de lumière blanche ; et parce que « cela a lieu d'une manière uniforme pour tous les « objets que nous avons sous les yeux, nous sommes « entraînés, pour ainsi dire, par la multitude des té- « moignages, et nous sommes forcés de prendre ces « rayons pour des faisceaux de lumière blanche ; en- « suite tous les autres rayons rouges de même nature « que les précédens, devant être pris, par une con- « séquence inévitable, pour des faisceaux de lumière « blanche, nous concluons que les corps naturellement « blancs et les corps naturellement rouges dont les ima- « ges sont alors également formées sur la rétine par « des rayons rouges, sont les uns et les autres des corps « blancs. »

Monge trouve une confirmation de sa théorie dans cette circonstance de l'expérience, que l'illusion dont il s'agit n'a jamais lieu, ni lorsque le nombre des objets qu'on peut apercevoir au travers du verre coloré est peu considérable, ni lorsque ce verre est placé au bout d'un tuyau, par exemple, ni lorsque les objets sont peu éclairés. Alors, dit-il, on voit les corps rouges, parce que n'y ayant pas d'objets circonvoisins sur les formes desquelles nous soyons déterminés à prononcer, il n'y a rien qui nous oblige à prendre les rayons rouges pour des faisceaux de lumière blanche. Nous ne jugeons plus,

Digitized by Google

dans ce cas, de la nature des rayons qui existent sur cet organe, qu'en comparant l'impression que nous en recevons à celle que nous éprouvions le moment d'auparavant, lorsque nous regardions à l'œil nu.

Si j'ai rapporté ici cette explication, c'est uniquement à cause de l'analogie qu'il y a entre le phénomène qui l'a fait naître et ceux dont B. Prevost s'est occupé, car je crois qu'on pourrait lui opposer des difficultés insurmontables et sur lesquelles je reviendrai peut-être une autre fois. Mais puisqu'il a été question de couleurs accidentelles, je ne saurais passer sous silence une expérience de Meusnier que le Mémoire de Monge renferme aussi, et qui prouve nettement que ces couleurs sont un effet de contraste. Cette expérience est antérieure au Mémoire de Rumford.

Lorsque la lumière du soleil parvient dans un appartement par un trou de 2 ou 3 lignes de diamètre, fait à un rideau de taffetas rouge, l'image de la tache lumineuse que cette lumière forme sur une feuille de papier blanc, n'est pas blanche, quoique des rayons blancs concourent seuls à sa formation ; elle paraît du plus beau vert. Réciproquement, si dans les mêmes circonstances on emploie un rideau vert au lieu d'un rideau rouge, l'image du soleil paraît du plus beau rouge.

Digitized by Google

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Janvier* 1828.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN. Barom. à 0°.	9 HEURES DU MATIN. Therm. extér.	9 HEURES DU MATIN. Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	MIDI. Therm. extér.	MIDI. Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	3 HEURES DU SOIR. Therm. extér.	3 HEURES DU SOIR. Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	9 HEURES DU SOIR. Therm. extér.	9 HEURES DU SOIR. Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	THERMOMÈTRE. minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
1	751,18	+ 7,6	91	747,55	+ 8,7	91	743,30	+ 8,7	91	743,42	+ 8,1	91	+ 8,7	+ 7,2	Pluie abondante.	S.
2	755,07	+ 6,8	88	755,90	+ 7,1	84	755,62	+ 7,4	80	753,95	+ 5,9	86	+ 7,4	+ 5,9	Nuages.	O. N. O. fort.
3	746,26	+ 9,5	90	746,98	+10,8	86	748,04	+ 7,8	87	753,13	+ 4,8	88	+10,8	+ 4,6	Nuageux.	O. N. O.
4	758,20	+ 2,4	89	757,72	+ 5,8	87	756,27	+ 6,8	83	750,80	+ 5,3	90	+ 6,8	+ 2,0	Beau.	O.
5	750,90	+ 2,9	89	750,28	+ 3,4	89	749,72	+ 4,0	89	749,52	+ 1,6	89	+ 4,0	— 0,1	Très couvert.	S. O.
6	750,20	— 1,1	90	751,00	+ 2,2	88	751,92	+ 2,8	88	755,04	— 0,4	90	+ 2,8	— 1,4	Couvert, brouillard.	S. O.
7	757,75	+ 0,6	90	757,55	+ 2,0	85	756,43	+ 2,0	83	754,96	+ 1,5	82	+ 2,0	— 1,0	Couvert.	E. S. E.
8	753,47	+ 0,3	77	753,42	+ 0,8	85	753,51	+ 0,4	89	753,74	— 1,0	90	+ 0,8	— 1,0	Petite pluie.	E. S. E.
9	755,32	— 3,0	80	754,28	— 3,2	80	754,23	— 2,6	77	754,12	— 4,7	80	— 2,2	— 5,7	Nuageux.	N. E.
10	752,95	— 6,6	89	751,65	— 2,3	89	750,09	— 0,3	90	747,82	+ 4,5	90	+ 5,8	— 7,8	Neige très-fine.	S. E.
11	749,17	+ 9,2	90	750 00	+10,5	90	750,68	+11,0	90	752,37	+11,0	90	+11,0	+ 6,7	Couvert.	S. O. fort.
12	754,40	+ 8,8	90	753,84	+ 9,8	90	752,52	+ 9,8	90	749,73	+ 8,5	90	+ 9,8	+ 8,5	Quelq. gouttes d'eau.	S. O.
13	749,03	+ 9,2	88	748,86	+11,2	82	749,40	+11,6	75	751,55	+ 7,0	89	+11,6	+ 7,0	Nuageux.	S. O. très-fort.
14	750,00	+ 8,3	90	749,18	+ 8,8	89	747,64	+ 9,5	89	744,14	+ 9,3	90	+ 9,5	+ 8,0	Pluie.	S.
15	750,03	+ 8,2	88	751,97	+ 9,7	80	753,14	+ 8,9	77	753,22	+ 6,7	88	+ 9,8	+ 6,6	Quelq pet. éclaire	O.
16	751,60	+ 4,5	88	752,20	+ 7,8	86	753,10	+ 9,0	86	756,03	+ 7,5	90	+ 9,0	+ 3,4	Légèrement couvert.	S.
17	759,76	+ 8,0	88	760,42	+10,7	87	760,70	+10,6	86	762,50	+ 9,6	90	+10,7	+ 7,6	Quelques éclaircies.	S. E.
18	765,64	+ 9,3	90	765,57	+11,1	88	766,03	+11,8	89	767,00	+11,5	80	+11,8	+ 8,1	Il bruine.	S.
19	769,18	+ 7,2	90	768,46	+10,1	89	768,21	+12,0	88	767,77	+ 7,7	88	+12,0	+ 6,7	Quelques éclaircies.	S.
20	768,56	+ 5,8	89	769 53	+ 9,5	87	769,20	+10,5	88	768,50	+ 4,3	90	+10,5	+ 2,8	Serein.	S.
21	767,18	+ 1,2	90	766,27	+ 5,3	86	765,30	+ 8,2	88	765,10	+ 4,5	89	+ 8,2	+ 0,7	Serein.	S.
22	765,66	+ 2,0	89	765,90	+ 8,5	88	765,82	+10,5	88	766,60	+ 7,8	90	+10,5	+ 0,8	Couvert.	O.
23	766,67	+ 9 2	89	767,16	+11,1	86	767,12	+10,0	85	769,40	+ 8,5	90	+11 1	+ 8,2	Nuageux.	S. O.
24	771,00	+ 7,0	87	770,83	+ 8,3	86	769,85	+ 9,8	85	769,81	+ 8,3	90	+ 9,8	+ 6,5	Couvert.	S. O.
25	767,88	+ 6,8	84	767,12	+ 8,9	80	766,15	+ 8,9	81	764,85	+ 6,6	87	+ 8,9	+ 6,5	Très-petites éclaire.	S. S. O.
26	766,30	+ 7,8	89	767,48	+10,4	87	767,76	+10,4	76	770,60	+ 5,0	88	+10,4	+ 4,1	Quelques éclaircies.	O.
27	770,62	+ 6,7	88	770 20	+ 9,7	81	769,74	+10,0	80	769,76	+ 7,8	83	+10,0	+ 5,0	Couvert	O.
28	769,00	+ 8,0	78	768,24	+ 9,5	74	767,18	+ 9,3	76	766,25	+ 7,7	82	+ 9,5	+ 7,5	Couvert.	N. E.
29	763,58	+ 4,7	90	763,38	+ 8 6	83	763,16	+ 8,2	84	762,40	+ 6,9	87	+ 8,9	+ 2,7	Couvert.	S. E.
30	762,24	+ 4,8	88	762,00	+ 5,3	88	761,37	+ 5,5	88	760,82	+ 4 0	89	+ 5,5	+ 3,5	Couvert.	S. E.
31	762,02	+ 2,0	90	762,27	+ 6,7	89	761,84	+ 6,7	89	762,28	+ 6,2	90	+ 6,7	+ 1,0	Couvert.	S. O.
1	753,12	+ 1,9	87	752,64	+ 3,5	86	751,91	+ 3,7	86	751,65	+ 2,6	88	+ 4,7	+ 0,3	Moyennes du 1 au 10.	Pluie.
2	756,74	+ 7,8	89	757,05	+ 9 9	87	757,06	+10,5	86	757,28	+ 8,3	89	+10,6	+ 6,5	Moyenn. du 11 au 20.	Conr, 6,30
3	766,56	+ 5,5	87	766,44	+ 8,4	85	765,93	+ 8,9	84	766,17	+ 6,6	88	+ 9,0	+ 4,2	Moyenn. du 21 au 31	Terrasse, 5,775
	759,05	+ 5 1	88	758,90	+ 7,3	86	758,55	+ 7,7	85	758 62	+ 5,8	88	+ 8,1	+ 3,7	Moyennes du mois,	+ 5,9.

Digitized by Google

Note *sur l'Action mutuelle d'un Aimant et d'un Conducteur voltaïque.*

Par M. Ampère.

L'action mutuelle d'un aimant et d'une portion infiniment petite de fil conducteur s'exprime au moyen d'une formule très-simple qui a d'abord été énoncée par M. Biot, d'après des expériences qui, interprétées rigoureusement, n'y auraient cependant pas conduit, et qui depuis a été déduite par M. Savary d'une autre formule que j'avais donnée quelque temps avant que M. Biot fît connaître la sienne. Je ne m'occuperai point ici des expériences par lesquelles j'ai démontré l'exactitude de cette dernière, mais je conclurai de la première qui en est une suite nécessaire et que les nouvelles expériences de M. Biot, publiées dans la troisième édition de son *Précis élémentaire de physique*, tome II, page 744, ont vérifiée aussi complètement qu'on peut le désirer, de nouvelles conséquences, dont l'accord avec les résultats de l'expérience achèvera de justifier la théorie que j'ai établie sur ces formules.

Pour se faire une idée nette de la formule dont il s'agit, il faut remarquer que dans un barreau aimanté EF (fig. 1), il y a deux points A et B tels que la résultante de toutes les forces exercées par les élémens magnétiques du barreau EF sur une molécule magnétique M est sensiblement la même que celle de deux forces appliquées en M et agissant suivant les droites MA, MB, l'une attractive et l'autre répulsive, et en raison inverse du carré de ces droites, en sorte qu'en faisant $AM=r$ et

Digitized by Google

$BM=r'$, si la force MU suivant MA est $\frac{\mu}{r^2}$, la force MV suivant MB sera $-\frac{\mu}{r'^2}$.

Les points A et B sont ce qu'on nomme les pôles de l'aimant EF.

La réduction de toutes les forces exercées par les élémens magnétiques sur la molécule magnétique M, à ces deux forces $\frac{\mu}{r^2}$ et $-\frac{\mu}{r'^2}$, n'est au reste qu'une approximation ; mais elle suffit pour l'explication des phénomènes généraux que présentent les aimans. M. Poisson a démontré qu'on doit l'admettre rigoureusement pour chaque élément magnétique. Les deux pôles d'un tel élément étant situés sur son axe à une distance très-petite, qu'on peut prendre à volonté dans l'intérieur de l'élément en faisant varier la constante μ en raison inverse de cette distance, pourvu que celle-ci reste toujours infiniment petite relativement à la distance de l'élément magnétique au point sur lequel il agit. Supposons maintenant qu'au lieu d'agir sur la molécule M (fig. 1), l'aimant EF agisse sur une portion infiniment petite de fil conducteur mM (fig. 2), dont la direction soit quelconque. Si l'on fait $Am=r$, $Bm=r'$, qu'on nomme ω et ω' les angles AmT, BmT, formés par ces droites avec la direction mT de la petite portion mM de fil conducteur, et ds la longueur de cette petite portion, et qu'on fasse passer par les mêmes pôles A, B, du barreau EF et par mM, les plans AmM : BmM, d'après la formule dont il est ici question, la résultante de toutes les forces exercées par les élémens magnétiques du barreau EF sur mM sera la même que

Digitized by Google

celle de deux forces OU, OV appliquées à mM vers son milieu O, perpendiculaires aux plans AmM, BmM, réciproquement proportionnelles aux carrés des distances Am, Bm, et en raison directe des sinus des angles AmT, BmT, et de la longueur de mM, en sorte que les valeurs de ces forces sont

$$\frac{\mu\, ds \sin\omega}{r^2}, \quad -\frac{\mu\, ds \sin\omega'}{r'^2}.$$

La réduction de toutes les forces exercées par les élémens magnétiques du barreau EF sur mM à ces deux forces $\frac{\mu\, ds \sin\omega}{r^2}$, $-\frac{\mu\, ds \sin\omega'}{r'^2}$, doit aussi être considérée comme une approximation suffisante pour l'explication des phénomènes, et qui, d'après des calculs dont nous ne nous occuperons pas ici, puisque nous pouvons regarder la valeur de ces forces comme déduites directement de l'expérience, serait rigoureusement exacte pour chaque élément magnétique, en lui assignant deux pôles comme nous l'avons dit plus haut.

Au reste, c'est en la supposant vraie pour les deux pôles d'un assez petit aimant de forme parallépipède, que M. Biot l'a vérifiée dans les expériences déjà citées, et qu'elle s'est trouvée aussi exacte qu'on pouvait le désirer.

Voici maintenant comment j'ai transformé les valeurs de ces forces.

Si l'on nomme dv le double de l'aire du petit secteur mAM, dont la base $mM = ds$, et dont la hauteur est évidemment $r \sin\omega$, on aura $dv = r\, ds \sin\omega$, et comme la valeur $\frac{ds \sin\omega}{r^2}$ de la force OU peut s'écrire ainsi

Digitized by Google

$\frac{\mu r ds \sin \omega}{r^3}$, elle deviendra $\frac{\mu dv}{r^3}$, la composante de cette force suivant une droite OS qui forme avec la direction de OU un angle quelconque ε, a donc pour valeur $\frac{\mu dv \cos \varepsilon}{r^3}$; mais $dv \cos \varepsilon$ est le double de la projection de l'aire AmM sur le plan perpendiculaire à la droite OS, d'où il suit qu'en nommant du le double de de cette projection, on a

$$\frac{\mu du}{r^3}$$

pour la composante suivant OS. En nommant du le double de la projection de l'aire BmM sur le même plan perpendiculaire à OS, on trouve de même pour la composante de OV suivant la droite OS,

$$-\frac{\mu du'}{r'^3},$$

d'où il suit que la force totale suivant cette droite est

$$\frac{\mu du}{r^3} - \frac{\mu du'}{r'^3}.$$

Cherchons maintenant le moment de rotation de la petite portion de fil conducteur mM (fig. 3) autour de l'axe GH du barreau EF, c'est-à-dire de la droite qui passe par ses pôles A et B. Pour cela, faisons passer par GH et par le milieu O de mM un plan, et prenons la valeur de la composante perpendiculaire à ce plan, du étant le double de la projection AnN de AmM sur ce plan, aura pour valeur le carré du rayon vecteur $An = r$ par l'angle nAN; or, en nommant θ l'angle GAn, on a évidemment $nAN = d\theta$, et $du = r^2 d\theta$, ce qui réduit le premier terme de $\frac{\mu du}{r^3} - \frac{\mu du'}{r'^3}$, va-

Digitized by Google

leur de la force, à $\frac{\mu d\theta}{r}$. Pour avoir le moment de rotation résultant de ce terme, il faut le multiplier par la perpendiculaire $OP = r \sin\theta$, et l'on voit que la distance r disparaît de l'expression de ce moment qui est

$$\mu d\theta \sin\theta.$$

On trouve de même qu'en nommant θ' l'angle GBn, la valeur du second de la même force se réduit à $-\frac{\mu d\theta}{r'}$ qu'il faut multiplier par $OP = r' \sin\theta'$, pour avoir le moment qui en résulte, et qui est par conséquent égal à

$$-\mu d\theta' \sin\theta';$$

on aura donc

$$\mu (d\theta \sin\theta - d\theta' \sin\theta'),$$

pour le moment total avec lequel l'aimant tend à faire tourner autour de son axe la petite portion mM de fil conducteur.

La force totale exercée sur mM par l'aimant EF, et qui se décompose dans les deux forces OU, OV, (fig. 2), peut résulter de différentes manières de forces exercées sur mM par les différens points de l'aimant, suivant les droites qui joignent ces points à cette proportion mM de fil conducteur supposée infiniment petite, et avec la condition que celle-ci réagisse avec des forces égales sur les mêmes points et suivant les mêmes droites. Il faut seulement, pour que les forces OU, OV puissent être perpendiculaires aux plans AmM, BmM, que parmi celles qui émanent de chaque point de l'aimant et agissent sur mM, les unes soient attrac-

Digitized by Google

tives et les autres répulsives, ce qui a lieu, comme on sait, pour toutes les forces exercées par les divers points des aimans. Cette condition de l'action égale à la réaction suivant les mêmes droites entre mM et tous les points de l'aimant, est une suite nécessaire de ce que les molécules des fluides impondérables, ne peuvent agir que comme celles des corps pondérables, et doivent, comme celles-ci, lors même qu'elles sont en mouvement, exercer à chaque instant la même action que si elles étaient en repos là où elles se trouvent à cet instant. On sait d'ailleurs que le mouvement des deux fluides électriques dans le circuit voltaïque s'opère par une série de compositions et de décompositions du fluide neutre, sans qu'il en sorte ou en entre dans le circuit, puis qu'on peut le recouvrir d'un vernis isolant sans rien changer aux actions qu'il exerce. Dès-lors on ne peut se refuser à cette conséquence de l'égalité entre l'action et la réaction suivant les mêmes droites, et de tout ce qu'on sait d'ailleurs des lois générales de la nature, que si l'on lie mM (fig. 3) avec l'aimant EF de manière à en composer un système de forme invariable, leur action mutuelle ne pourra produire aucun mouvement dans ce système, ce sera comme si cette action n'existait pas, puisque toutes les forces dont elles résultent se trouvent égales et opposées deux à deux, appliquées à des points invariablement liés entre eux et par conséquent en équilibre.

Supposons, comme dans les expériences faites à ce sujet, que la petite portion mM et le barreau EF ne puissent se mouvoir qu'en tournant autour d'un axe quelconque, s'ils sont liés invariablement tout sera im-

Digitized by Google

mobile; si on rompt la liaison qui les unit, ils tourneront en sens contraires autour de cet axe avec des momens égaux en intensité, et par conséquent avec des vitesses réciproquement proportionnelles à leurs momens d'inertie pris par rapport à l'axe autour duquel ils sont assujettis à tourner.

Si nous prenons pour cet axe l'axe GH de l'aimant EF, nous aurons

$$\mu\,(d\theta \sin\theta - d\theta' \sin\theta')$$

pour le moment la rotation de mM autour de GH, et

$$-\mu\,(d\theta \sin\theta - d\theta' \sin\theta')$$

pour celui de l'aimant autour de ce même axe.

Si l'on intégre ce dernier pour un arc $L_1 L_2$ de fil conducteur, en représentant par θ_1, θ_2 les valeurs de θ aux points L_1, L_2, et θ'_1, θ'_2, celles de θ' aux mêmes points, on aura pour le moment de rotation imprimée à l'aimant par l'arc $L_1 L_2$,

$$\mu\,(\cos\theta_2 - \cos\theta_1 - \cos\theta'_2 + \cos\theta'_1).$$

Dans la figure 4, $\theta_1 = GAL_1$,
$\theta_2 = GAL_2$,
$\theta'_1 = GBL_1$,
$\theta'_2 = GBL_2$.

Il suit de cette valeur que le moment de rotation imprimé à l'aimant autour de son axe GH par l'arc de fil conducteur $L_1 O L_2$ est indépendant de la forme et de la grandeur de cet arc, et ne dépend que de la situation de ses extrémités L_1 et L_2 à l'égard des pôles A et B du barreau EF.

Si on substitue à $L_1 O L_2$ un autre arc $L_1 K L_2$ ter-

Digitized by Google

miné aux mêmes points L_1, L_2, le moment sera exactement le même, pourvu qu'ils soient parcourus par le courant électrique dans le même sens, par exemple, de L_1 en L_2 comme l'indiquent les flèches de la fig. 4.

Mais si l'on change le sens du courant dans $L_1 K L_2$ en le faisant revenir de L_2 en L_1, comme il est marqué par les flèches de la figure 5, l'ensemble de $L_1 O L_2$ et de $L_2 K L_1$, qui forme le circuit fermé $L_1 O L_2 K L_1$ n'aura plus d'action pour faire tourner l'aimant autour de son axe GH, puisque les deux parties dont il se compose exerceront alors sur l'aimant deux momens de rotation égaux et de signes contraires. C'est ce qu'on peut conclure également de la valeur générale.

$$\mu\ (\cos\theta_2 - \cos\theta_1 - \cos\theta'_2 + \cos\theta'_1),$$

puisque, pour un circuit fermé, les deux limites L_1, L_2, étant à un même point, on a

$$\cos\theta_2 = \cos\theta_1,$$
$$\cos\theta'_2 = \cos\theta'_1;$$

et cela soit que l'aimant soit hors du circuit ce qui donne

$$\theta_2 = \theta_1,$$
$$\theta'_2 = \theta'_1,$$

soit qu'il soit dans l'intérieur du circuit et qu'ainsi

$$\theta_2 = \theta_1 + 2\pi,$$
$$\theta'_2 = \theta'_2 + 2\pi.$$

Les physiciens de Genève ont vérifié, par les expériences les plus exactes et les plus multipliées, faites avec des appareils extrêmement mobiles et en variant de toutes les manières possibles la forme des circuits fer-

Digitized by Google

més, qu'il est en effet impossible de faire tourner l'aimant autour de son axe par l'action de ces circuits.

Il est évident qu'en prouvant par l'expérience que quelque soit la forme du circuit fermé, son action est toujours nulle; on constate en même temps l'exactitude de ce résultat du calcul que le moment de rotation imprimé par un arc quelconque ne dépend ni de sa forme ni de sa grandeur, mais seulement de la situation de ses extrémités relativement aux pôles de l'aimant; car si les actions des deux circuits fermés représentés par $L_1 O L_2 K L_1$ et $L_1 O L_2 K' L_1$ (fig. 6) qui ont une partie commune $L_1 O L_2$, sont toutes deux nulles, il faut bien que les actions exercées par les arcs $L_2 K L_1$, $L_2 K' L_1$ soient égales, puisqu'elles font également équilibre à l'action de $L_1 O L_2$.

Lorsque M. Faraday eut annoncé que, d'après ses expériences, il était impossible de faire tourner un aimant autour de son axe par l'action d'un fil conducteur, je m'assurai aisément que cela venait de ce que la réunion des fils conducteurs et de la pile forme nécessairement un système de circuits fermés dont nous venons de voir que l'action rotatoire est toujours nulle. Alors il me vint l'idée de faire passer une portion du courant par l'aimant, comme cette portion forme dans ce cas un système invariable avec l'aimant, elle n'exerce plus aucune action pour le mouvoir, c'est comme si elle était anéantie; d'où il suit que le reste du circuit qui exerçait une action égale et opposée à la sienne, agit seul alors et fait tourner l'aimant, pourvu que le moment

$$\mu (\cos \theta_2 - \cos \theta_1 - \cos \theta'_2 + \cos \theta'_1)$$

ne soit pas par hasard nul.

Digitized by Google

Les points L_1, L_2 sont, dans ce cas, celui où le courant entre dans l'aimant, et celui où il en sort.

J'observerai à ce sujet que si ces points d'entrée et de sortie L_1, L_2, (fig. 7) étaient dans l'axe de l'aimant, il ne pouvait y avoir de rotation, parce qu'alors

$$\theta_1 = 0, \theta'_1 = 0, \theta_2 = \pi, \theta'_2 = \pi,$$

ce qui donne

$$\cos\theta_2 - \cos\theta_1 - \cos\theta'_2 + \cos\theta'_1 = -1 - 1 + 1 + 1 = 0.$$

Je remarquai bientôt après dans la lettre à M. Faraday, imprimée dans les *Annales de Chimie et de Physique*, qu'au lieu de faire passer une portion du courant par l'aimant, il suffit, pour obtenir la rotation du barreau autour de son axe, de faire passer le courant par une portion de conducteur métallique qui lui soit invariablement lié, et dont les deux extrémités ne soient pas dans l'axe, parce que cette portion formant avec l'aimant un système invariable, n'agit plus sur lui, et que le reste du circuit, qui a les mêmes extrémités, le fait tourner.

Il y a long-temps que j'ai démontré par le calcul, dans les ouvrages que j'ai publiés sur ce sujet, que d'après la valeur du moment de rotation donnée plus haut, le mouvement de l'aimant restait le même quelque forme qu'on donnât au reste du circuit; dire, comme l'auteur d'un Mémoire inédit, qu'il faut négliger l'action de cette partie du courant voltaïque parce qu'elle ne varie pas quand on en change la forme, c'est comme si l'on disait que l'action calorifique d'une portion de l'enveloppe de chaleur constante doit être négligée parce qu'elle ne dépend pas de la forme de cette portion.

Digitized by Google

La substance de cette Note se trouve en entier dans la *Théorie des phénomènes électro-dynamiques uniquement déduite de l'expérience* que j'ai publiée en 1826, pages 98—102—118—127, 172—180, et les conséquences qui suivent en résultent d'une manière tellement immédiate qu'il serait presque inutile de les énoncer, si ce n'était que la parfaite conformité qu'elles présentent avec les résultats des expériences faites depuis par M. Pouillet, doit être considérée comme une nouvelle vérification de ma théorie.

Soit qu'on veuille faire tourner une portion de fil conducteur autour de l'axe d'un aimant, ou un aimant autour de son axe par l'action de la portion du circuit total qui ne lui est pas unie en un système invariable, il est commode de rendre l'axe de l'aimant vertical, et de faire arriver ces portions de fil conducteur dans une coupe O située sur le prolongement GO de l'axe de l'aimant; cette coupe est fixe dans le premier cas, soit qu'elle soit ou ne soit pas en communication avec l'aimant qui est aussi supposé fixé; mais dans le second, elle doit, dans la disposition que représente la figure, être soudée à l'aimant et mobile avec lui.

Quand le point L_1 est sur le prolongement de l'axe de l'aimant, on a $\theta_1 = 0$, $\theta_1 = 0$; d'où il suit que $\cos\theta_1 - \cos\theta'_1 = 1 - 1 = 0$, qu'ainsi le moment de rotation imprimé au fil $L_1 L_2$ par l'aimant est

$$-\mu(\cos\theta_2 - \cos\theta'_2),$$

et que celui qui est imprimé à l'aimant par la partie du circuit qui n'y est pas liée est

$$\mu(\cos\theta_2 - \cos\theta'_2)$$

Digitized by Google

θ_2 et θ'_2 étant les deux angles OAL_2, OBL_2. Quand les choses sont disposées comme dans la figure 8, cos $\theta'_2 >$ cos θ_2, en sorte que le premier moment est,

$$\mu\,(\cos OBL_2 - \cos OAL_2),$$

et le second

$$-\mu\,(\cos OBL_2 - \cos OAL_2).$$

Tant que le point L_2 est au dessus du plan horizontal passant par le pôle A, ces valeurs ne contiennent que la différence des deux cosinus, et deviennent très-petites quand le point L_2 est près du prolongement GO de l'axe de l'aimant, parce qu'alors ces deux cosinus diffèrent peu de l'unité.

Quand le point L_2 est dans le plan horizontal dont nous venons de parler, cos $OAL_2 = 0$, on a donc seulement pour les valeurs des momens

$$\mu \cos OBL_2,$$

et

$$-\mu \cos OBL_2.$$

Lorsque le point L_2 tombe entre ce plan horizontal et celui qui passe par l'autre pôle B, l'angle OAL_2 devient obtus comme on le voit dans la figure 9; on a alors cos $OAL_2 = -\cos BAL_2$, et comme on peut écrire ABL_2 au lieu de OBL_2, on trouve que les momens sont égaux à

$$\mu\,(\cos ABL_2 +, \cos BAL_2)$$

et

$$-\mu\,(\cos ABL_2 +, \cos BAL_2).$$

Les valeurs de ces momens contenant la somme au lieu de la différence des deux cosinus, sont beaucoup plus

Digitized by Google

grandes que dans le premier cas. Si l'on suppose que le point L_2, restant toujours à la même distance de l'axe de l'aimant, réponde successivement à divers points de la longueur de cet axe, il est aisé de voir à la seule inspection de ces valeurs :

1° Qu'elles atteindront leur *maximum* quand le point L_2 répondra au milieu de l'aimant ; elles deviendront alors

$$2\mu \cos ABL_2,$$

et

$$-2\mu \cos ABL_2;$$

2° Qu'elles seront les mêmes à égales distances au-dessus et au dessous de ce milieu ; c'est ainsi que quand le point L_2 se trouvera dans le plan horizontal passant par le pôle B, on aura pour ces valeurs

$$\mu \cos BAL_2,$$

et

$$-\mu \cos BAL_2,$$

qui sont les mêmes que nous avons trouvées quand L_2 est dans le plan horizontal passant par le pôle A. Enfin, lorsque le point L_2 est situé comme dans la figure 10, on a $\cos ABL_2 = -\cos HBL_2$, et les valeurs des deux momens deviennent

$$\mu (\cos BAL_2 - \cos HBL_2)$$

et

$$-\mu (\cos BAL_2 - \cos HBL_2),$$

qui sont évidemment égales à celles que nous avons trouvées quand L_2 est situé précisément de la même manière au dessus du plan horizontal passant par le pôle A.

Digitized by Google

Il suit de ces calculs que le sens de la rotation reste toujours le même quelle que soit la position du point L_2; mais qu'après avoir atteint son *maximum* quand ce point est vis-à-vis le milieu de l'aimant, elle va en diminuant à mesure qu'il s'en écarte; elle devient très-faible et susceptible d'être arrêtée par les frottemens quand le point L_2 est près de l'axe de l'aimant et hors de l'intervalle compris entre les deux plans horizontaux menés par les pôles A et B. Si nous considérons en particulier le cas où le point L_2 est dans le plan horizontal passant par le milieu K (fig. 11) de l'intervalle AB des deux pôles, alors les momens sont

$$2\mu \cos BAL_2,$$

et

$$-2\mu \cos BAL_2,$$

dont la valeur absolue est d'autant plus grande pour un même aimant que la distance KL_2 est plus petite, et par conséquent aussi l'angle BAL_2; c'est pour cela que quand l'aimant est fixe et que L_1ML_2 est une portion mobile de fil conducteur, elle tourne d'autant plus rapidement autour de l'aimant que son extrémité L_2 est plus près de la surface de cet aimant; et que quand c'est au contraire l'aimant qui peut tourner autour de son axe, et qu'une portion du circuit total parcourt l'aimant et une roue de métal XL_2Y qui lui est invariablement liée depuis le point L_1 jusqu'au point L_2, le mouvement que prend le barreau par l'action du reste L_1ML_2 du circuit est d'autant plus rapide que le rayon KL_2 de cette roue est plus petit : il se présente ici une difficulté qu'il est bon d'éclaircir.

Lorsque le point L_2 se trouve aussi dans le prolon-

Digitized by Google

gement de l'axe de l'aimant, soit du même côté que le point L_1, comme on le voit ici (fig. 12), soit de l'autre côté, ainsi que dans la figure 13, les deux angles θ_2 et θ'_2 deviennent tous deux égaux à 0, ou à π, et la différence de leur cosinus étant nulle, le moment de rotation l'est aussi, aussi observe-t-on alors que quand l'arc $L_1 M L_2$ peut tourner librement autour d'un axe fixe passant par ses deux extrémités, il reste immobile, pourvu que les pôles de l'aimant EF soient exactement dans cet axe, et que si les mêmes pôles ne s'y trouvent qu'à peu près, l'arc $L_1 M L_2$ se meut d'autant plus lentement qu'ils en sont plus près, mais seulement pour prendre une position fixe, et non pour tourner d'un mouvement continu autour de l'aimant.

Considérons un aimant courbé comme on le voit (fig. 14), afin que le milieu de l'axe GH qui joint ses deux pôles se trouve en dehors du barreau, et que l'autre extrémité L_2 du fil $L_1 M L_2$ puisse, de même que la première L_1, être placée sur la direction de cet axe, mais entre les deux pôles A et B; d'après les calculs de M. Savary et les expériences faites il y a quelques années par différens physiciens sur les aimans annulaires, la courbure de l'aimant ne fait rien à l'action qu'il exerce, elle est donc toujours la même que celle d'un aimant rectiligne qui aurait ses pôles aux mêmes points A et B, et le moment de rotation de $L_1 M L_2$ autour de l'axe GH, qui est égal à $\mu (\cos \theta_2 - \cos \theta'_2)$ se réduit à -2μ, parce qu'on a $\cos \theta_2 = -1$ et $\cos \theta'_2 = 1$; aussi voit-on tourner, dans ce cas, la portion de fil conducteur $L_1 M L_2$ autour de l'axe GH, jusqu'à ce qu'elle vienne

Digitized by Google

s'appuyer contre l'aimant, ce qui arrive nécessairement vers un de ses points K compris entre les pôles A et B toutes les fois que l'extrémité L_2 est sur l'axe G entre ces pôles, ainsi qu'on le suppose ici.

Il semble d'abord que c'est cette circonstance seule qui empêche le fil $L_1 ML_2$ de tourner indéfiniment autour de l'axe GH, car si l'on enlève ce fil des coupes O, R, qui le mettent en communication avec les deux extrémités de la pile, pour le replacer aussitôt dans ces mêmes coupes, de manière qu'il se trouve de l'autre côté de l'aimant, il tournera dans le même sens autour de GH, jusqu'à ce qu'il vienne de nouveau s'appuyer contre l'aimant au même point K, et en le faisant de nouveau passer de la même manière de l'autre côté de l'aimant, cette sorte de mouvement se continuera indéfiniment.

C'est sur cela qu'est fondée la difficulté qu'il s'agit d'éclaircir, et qui m'a été proposée par M. le professeur S. Gherardi.

Elle consiste, en ce qu'il semble, pour me servir des expressions qu'il a employées, que ce n'est qu'un obstacle physique qui empêche le mouvement de rotation indéfiniment accéléré d'être produit par l'action mutuelle d'un aimant et d'un fil conducteur dont les deux extrémités sont dans l'axe, et qu'à considérer les choses sous le point de vue purement mathématique, où le fil conducteur passerait à travers l'aimant entre les élémens magnétiques qui agissent sur lui, ce mouvement indéfiniment accéléré aurait lieu, ce qui est en contradiction avec la démonstration purement mathématique que j'ai donnée de son impossibilité dans

Digitized by Google

l'ouvrage déjà cité, page 157, en partant de la seule loi de l'action mutuelle d'un aimant et d'un fil conducteur.

Cette difficulté disparaît quand on fait attention à ce que j'ai remarqué au commencement de cette Note, savoir que la valeur attribuée à la force résultant de l'action mutuelle d'un aimant et d'une portion infiniment petite de fil conducteur, quelque approchée qu'elle soit lorsqu'il s'agit d'un aimant de dimensions finies, ne peut, dans ce cas, être regardée que comme une approximation, et qu'elle n'est rigoureusement exacte que pour chacun des élémens magnétiques dont l'aimant est composé.

Or il est aisé de voir que, dans le cas où l'on supposerait que la portion L_1ML_2 de fil conducteur venant à rencontrer l'aimant en K, le pénétrerait et passerait entre les élémens magnétiques, l'action de ceux-ci, pour la faire tourner autour de l'axe GH, changerait de signe, et que, bien loin qu'on pût regarder alors comme une approximation le moment calculé relativement aux deux pôles de l'aimant total, ce moment se trouverait de signe contraire à celui qui, ayant réellement lieu, résulte des actions réunies de tous les élémens magnétiques.

C'est ce que je vais expliquer en détail sur un exemple assez simple pour que cette explication soit facile à suivre.

Cet exemple consiste à ne considérer au lieu de l'aimant qu'une seule série d'élémens magnétiques, de même intensité, et dont les axes sont situés dans une ligne quelconque AB (fig. 15) sur laquelle ils se trouvent

Digitized by Google

tous à égales distances les uns des autres, si l'on suppose d'abord que les pôles de ces élémens soient aux points a, b pour l'un d'eux, a', b' pour le suivant et ainsi de suite, on pourra, sans changer l'action exercée par ces élémens sur un point O situé à une distance qu'on puisse considérer comme infinie relativement aux intervalles ab, $a'b'$, etc., imaginer que les deux pôles de chaque élément magnétique s'écartent l'un de l'autre en diminuant d'intensité en raison inverse de leur distance mutuelle, jusqu'à ce que le pôle boréal de l'élément ab se confonde avec le pôle austral de l'élément $a'b'$, et que la même chose ait lieu pour les pôles de tous les autres élémens, ceux-ci étant supposés équidistans et de même intensité, les deux pôles d'espèces opposées, appartenant l'un à un élément et l'autre à l'élément précédent ou suivant, qui se trouveront ainsi superposés, se neutraliseront mutuellement, en sorte qu'il ne restera que l'action des deux pôles extrêmes, c'est-à-dire le pôle austral α de l'élément A, et le pôle boréal β de l'élément B, précisément comme si, au lieu de tous les élémens magnétiques de la ligne AB, il n'y avait qu'un pôle austral à l'extrémité A de cette ligne, et un pôle boréal à son extrémité B.

Un aimant peut donc être remplacé par une ligne d'une forme quelconque ainsi occupée par des élémens de même intensité et équidistans, et dont les deux extrémités seraient aux deux pôles de cet aimant. Concevons donc une pareille série d'élémens magnétiques, et voyons ce qui doit arriver à un élément d'un courant voltaïque Mm dirigé comme l'indique la flèche de la figure, et placé à une distance suffisante pour que

Digitized by Google

l'action de AB se réduise, d'après ce que nous venons de dire, à celle des deux pôles extrêmes α et β.

La force relative au pôle austral α tendra à porter l'élément Mm suivant la perpendiculaire OS au plan αMm, du côté de ce plan qui est à gauche d'un observateur qui serait placé dans la parallèle Nn à Mm menée par le point α, et qui, ayant les pieds en N et la tête en n, regarderait l'élément Mm; par la même raison la force relative au pôle β tendra à porter l'élément Mm suivant la perpendiculaire OT au plan βMm à la gauche d'un observateur placé en β de la même manière, la résultante OR de ces deux forces, dirigée comme on le voit dans la figure, tendra donc à rapprocher, dans ce cas, l'élément Mm de la ligne AB qui représente un aimant, et il est aisé de voir que si l'on place l'élément Mm dans la même direction en $M''m''$ de l'autre côté de AB, il tendra à s'en éloigner, d'où il semble résulter qu'en le supposant assujéti à tourner autour d'un axe situé convenablement, il pourrait revenir en Mm pour se rapprocher de nouveau de AB, et tourner ainsi d'un mouvement continuellement accéléré s'il pouvait traverser cette ligne, en passant, par exemple, entre les deux élémens magnétiques ab, $a'b'$. Cela n'arrive pas dans l'expérience, parce que le fil conducteur s'appuie contre l'aimant, et l'objection consiste à prétendre qu'il y passerait sans l'obstacle physique que lui oppose l'aimant, en sorte qu'à considérer les choses mathématiquement on pourrait produire un mouvement indéfiniment accéléré par l'action d'un aimant et d'un circuit fermé, dont Mm représente l'élément qui, dans ce mouvement, rencontrerait la ligne AB. La réponse à cette ob-

Digitized by Google

jection est que, même en considérant les choses sous ce point de vue, l'élément Mm ne pourrait jamais passer entre les élémens magnétiques ab, $a'b'$, parce que dès qu'il en serait assez près, comme dans la situation $M'm'$, pour qu'on ne pût plus supposer, sans changer l'action, les deux pôles b et a' superposés, il faudrait considérer au lieu de la série d'élémens magnétiques AB, les deux séries Ab, $a'B$, qui agiraient en vertu des forces relatives aux pôles b et a' en sens contraire des actions relatives aux pôles de noms contraires α et β qui existaient seules dans le cas précédent; ce qu'on voit dans la figure par les directions de ces forces $O'S'$, $O'T'$, et de leur résultante $O'R'$. D'ailleurs, à cause de la très-petite distance, ces forces deviendraient comme infinies par rapport aux forces relatives aux pôles α, β, dès que l'élément Mm serait sur le point de passer entre les élémens magnétiques ab, $a'b'$; il serait donc violemment repoussé en sens contraire du mouvement acquis, et ce mouvement, à considérer les choses mêmes sous le point de vue purement mathématique, serait peu à peu anéanti et remplacé par un mouvement en sens contraire, en sorte qu'on n'aurait que des oscillations autour d'une position fixe, au lieu d'un mouvement indéfiniment accéléré dans le même sens; ce qui est d'ailleurs rigoureusement démontré pour le cas où le fil conducteur, dont Mm fait partie, forme un circuit fermé, puisque, dans ce cas, l'action peut être ramenée à des forces en raison inverse du carré de la distance qui ne peuvent jamais produire un mouvement indéfiniment accéléré, ainsi que je l'ai expliqué dans l'ouvrage intitulé : *Théorie des Phénomènes électro-*

Digitized by Google

dynamiques, *uniquement déduite de l'expérience*, pag. 157.

Le même changement dans la direction de l'action exercée par la série d'élémens magnétiques AB qui a lieu à l'égard de l'élément de fil conducteur Mm lorsque cet élément est successivement placé hors de l'aimant et dans son intérieur entre deux des élémens magnétiques dont il est composé, a également lieu à l'égard d'un élément magnétique qui lui serait étranger et qu'on supposerait placé successivement dans ces deux situations. Il est évident, en effet, que dans le cas où celui-ci serait situé en M assez loin de la ligne AB, il se dirigerait de manière que son pôle austral fût en bas dans la figure, du côté du pôle boréal β, et son pôle boréal en haut du côté du pôle austral α, tandis que s'il se trouvait entre les deux élémens magnétiques ab, $a'b'$, il se dirigerait, au contraire, de manière que son pôle austral fût en haut le plus près possible du pôle boréal b et son pôle boréal en bas du côté du pôle austral a'.

Je suppose maintenant qu'on veuille calculer l'action qu'un conducteur rectiligne indéfini NM (fig. 16), que je supposerai horizontal, exerce sur un aimant AB, dont le milieu C est dans le plan vertical $EFMN$ passant par ce conducteur, l'aimant AB étant aussi horizontal et susceptible de tourner autour de ce point C.

Soit CD la perpendiculaire élevée au point C à ce plan, laquelle se trouve dans le même plan horizontal que l'axe BA de l'aimant, nommons ε l'angle DCA de l'oscillation, angle qu'on suppose très-petit.

Soit la perpendiculaire $AH = a$, la distance $AM = r$, l'angle $HAM = \theta$, d'après la règle énoncée d'abord

Digitized by Google

par M. Biot, l'action relative au pôle austral A exercée par l'aimant sur l'élément Mm du fil conducteur, dont O est le milieu, est dirigée suivant la perpendiculaire OS au plan AMm, et égale à $\frac{\mu\, Mm \sin AMH}{r^2}$ que j'ai montré pouvoir s'écrire ainsi $\mu \frac{2AMm}{r^3} = \mu \frac{d\theta}{r}$, parce que $2AMm = r^2 d\theta$.

Or, dans le triangle rectangle AHM, on a $r = \frac{a}{\cos\theta}$, ainsi la force suivant OS est

$$\mu \frac{d\theta \cos\theta}{a},$$

dont l'intégrale, entre les limites θ_1 et θ_2, donne, pour la valeur de la résultante de toutes les forces parallèles exercées sur AB,

$$\mu \left(\frac{\sin\theta_2 - \sin\theta_1}{a} \right).$$

Quand on suppose que le fil conducteur AB s'étend à l'infini dans les deux sens, on a $\theta_1 = -\frac{\pi}{2}$, $\theta_2 = \frac{\pi}{2}$; ainsi $\sin\theta_1 = -1$, $\sin\theta_2 = 1$ et la résultante est égale à

$$\frac{2\mu}{a}.$$

Elle est donc en raison inverse de la distance $AH = a$, du pôle A au fil conducteur.

Cette résultante est, comme toutes ses composantes, dirigée perpendiculairement au plan ANM, et passe par un des points de la droite NM. Dans le cas du conducteur indéfini dans les deux sens, ce point est en H, c'est-à-dire

Digitized by Google

que c'est le pied de la perpendiculaire abaissée du pôle A sur NM, en sorte que la résultante est dirigée suivant l'horizontale HR perpendiculaire à NM, parce qu'à égales distances de part et d'autre de ce point H les composantes sont égales, et donnent par conséquent, deux à deux, des résultantes partielles qui passent par H.

En abaissant du pôle boréal B la perpendiculaire BL sur NM, on trouvera une autre résultante, relative à ce pôle, de toutes les forces exercées par l'aimant sur le conducteur NM. Dans le cas que nous supposons ici où le milieu de l'aimant est dans le plan vertical $ENMF$, cette résultante est égale à la première et a de même pour valeur $\frac{2\mu}{a}$.

Pour avoir l'action qu'exerce réciproquement le fil conducteur NM sur l'aimant AB, il faut, suivant les premiers principes de la statique, 1° concevoir en H un point h sans liaison avec ce fil, mais invariablement lié à l'aimant AB; on aura pour première force agissant sur cet aimant une force égale et opposée à la force $\frac{2\mu}{a}$ appliquée en H et dirigée suivant HR, cette première force, appliquée au point h lié à l'aimant, aura donc la même valeur, et sera dirigée suivant hR';

2° Concevoir en L un point l qui soit de même sans liaison avec le fil NM et invariablement lié à l'aimant; à ce point l on aura une seconde force appliquée en l, égale et opposée à LT, qui sera par conséquent dirigée suivant lT', et aura pour valeur $\frac{2\mu}{a}$.

Digitized by Google

Tous les mouvemens que pourra prendre l'aimant résulteront de ces deux forces, et si l'on nomme φ l'angle AHG qui est égal à BLK, on pourra décomposer chacune d'elles en deux autres forces, l'une horizontale et l'autre verticale; ce qui en donnera quatre, savoir :

1°. hR'' et lT''' égales à $\frac{2\mu \cos \varphi}{a}$,

2°. hR''' et lT''' égales à $\frac{2\mu \sin \varphi}{a}$.

Ces deux dernières agissant dans le même sens, étant parallèles à la verticale CU et situées à égales distances de cette verticale, se composeront en une force unique dirigée suivant CU, et qu'on pourra supposer appliquée au point C, elle sera détruite par le fil CZ auquel l'aimant est suspendu dans l'expérience actuelle; mais s'il ne l'était pas, elle porterait l'aimant vers le conducteur NM; c'est précisément cette force que j'ai désignée sous le nom d'action attractive ou répulsive (1) dans mon premier Mémoire sur ce genre de phénomènes, où j'ai analysé les mouvemens produits dans l'expérience de M. OErsted.

Quant aux deux forces horizontales dirigées suivant les droites hR'', lT'', et égales à $\frac{2\mu \cos \varphi}{a}$, elles formeront évidemment un couple dont on trouvera la valeur en multipliant cette expression par la distance lh des deux forces, distance qui est égale à $2b \cos \varepsilon$, en

(1) Cette dernière action est ici attractive, parce que l'aimant est situé de manière que son pôle austral A est à gauche du courant NM.

Digitized by Google

nommant b la moitié CA ou CB de la longueur de l'aimant prise d'un de ses pôles à l'autre.

Le moment cherché sera donc égal à $\frac{4\mu\varepsilon \sin \varepsilon \cos \varphi}{a}$, et l'équation du mouvement sera

$$\frac{d\omega}{dt}\int r^2\, dm = \frac{4\mu b \sin \varepsilon \cos \varphi}{a},$$

ω étant la vitesse autour de CU à la distance 1. Plus l'aimant est court, et plus l'angle φ est petit; on a donc sensiblement $\varphi = 0$, et

$$\frac{d\omega}{dt}\int r^2\, dm = \frac{4\mu b \sin \varepsilon}{a}.$$

$\int r^2\, dm$ dans cette équation est le moment d'inertie de l'aimant autour de l'axe CU qui passe par son centre d'inertie C.

On voit, à la seule inspection de la figure, que les forces dirigées suivant hR'', lT'', se réunissent pour amener l'aimant dans la direction CD perpendiculairement plan $ENMF$ en le faisant tourner autour de CU; mais s'il était d'abord dans cette direction, il y resterait en équilibre, parce qu'alors ces deux forces se trouvent opposées dans la même direction; en effet, dans ce cas, l'angle ε étant nul, on a $\sin \varepsilon = 0$, ce qui réduit à 0 la valeur que nous venons de trouver pour le couple. La force qui, en agissant à la distance b de l'axe CU sous l'angle ε produira le même effet que ce couple pour faire tourner l'aimant autour de CU, est évidemment égale à $\frac{4\mu}{a}$ en faisant toujours $\cos \varphi$ sensi-

Digitized by Google

blement égal à l'unité. Cette force est comme l'a trouvée, par expérience, M. Biot en raison inverse de a.

C'est à cause que nous avons supposé l'aimant horizontal et son milieu C dans le plan vertical $ENMF$, que la distance des deux pôles au conducteur NM, et par conséquent les forces relatives à ces pôles, se sont trouvées égales; d'où il est résulté que les composantes horizontales, dirigées suivant hR'' et lT''', ont formé un couple. Dans ce cas, il est évident que le résultat est identiquement le même que dans l'hypothèse du couple primitif, parce qu'un couple peut être transporté, sans que les effets produits éprouvent aucun changement, dans tout plan parallèle au sien, pourvu qu'il conserve la même valeur et que les nouveaux points d'application des forces soient invariablement liés aux anciens.

Cette identité des résultats produits par les forces appliquées comme elles le sont réellement aux points h et l, et par des forces égales aux premières qu'on supposerait appliquées aux pôles A et B, se voit immédiatement dans le cas que nous avons considéré ici, parce que les composantes horizontales de ces forces forment un couple qui peut être transporté où l'on veut. Cette sorte de démonstration n'a plus lieu quand les pôles A et B ne sont pas à la même distance du fil conducteur, parce qu'alors les forces qui leur sont relatives n'étant plus égales entre elles, ne se réduisent plus à un couple. Dans ce cas, la même identité dépend d'un autre condition, savoir, de ce que le conducteur qui agit sur l'aimant forme un circuit fermé ou un système de circuits fermés, alors l'identité a toujours lieu comme je l'ai démontré dans la *Théorie des Phénomènes électro-dynamiques*, pag. 157.

Digitized by Google

On sent bien, au reste, qu'à moins qu'une portion du courant électrique ne passe par l'aimant ou par un conducteur lié à l'aimant, cette condition est toujours remplie, ainsi que je l'ai dit dans le même ouvrage, parce que la pile, les rhéophores et toutes les portions de conducteur qui mettent ceux-ci en communication forment toujours un circuit fermé.

Dans les expériences faites par M. Biot, c'était réellement un circuit fermé qui agissait sur l'aimant dont il comptait les oscillations, et cela seul suffit pour démontrer que les résultats obtenus devaient être identiquement les mêmes dans ma manière de considérer l'action d'un fil conducteur et d'un aimant, et dans l'hypothèse du couple primitif. *Voyez*, pour le calcul de ces expériences, l'Ouvrage que je viens de citer, Note v, page 216 et suivantes.

Mémoire *sur le Chlorure de Chaux.*

(Lu à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève.)

Par Mr A. Morin, pharmacien.

Les combinaisons du chlore avec la chaux, la potasse, la soude, sont devenues une branche de fabrication importante. Leurs applications se sont multipliées. Le blanchîment des étoffes de coton, de lin et de chanvre; l'impression de ces mêmes tissus; la décoloration de la pâte de papier, comme industries, ont successivement offert aux fabriques de chlorures d'oxides, de nouveaux débouchés. Les mêmes corps jouent,

Digitized by Google

depuis peu de temps, un rôle très-utile : comme moyen sanitaire, dans l'art du boyaudier ; comme désinfectans et comme médicamens.

Plusieurs chimistes se sont occupés des mêmes combinaisons, pour en éclairer la théorie et la fabrication.

Dalton est un des premiers qui ait fait l'analyse du chlorure de chaux.

M. Welter a déterminé les proportions de ses principes constituans. Il a reconnu :

Qu'à l'état solide, ce corps consistait en

1 proportion de chlore ;
2 de chaux } soit 2 prop. d'hydrate de chaux ;
2 d'eau }

Que, dissous dans l'eau, il abandonnait la moitié de la chaux, et qu'il restait dans la liqueur

1 proportion de chlore ;
1 d'eau.

Il a nommé *sous-chlorure* la première de ces combinaisons ; *chlorure neutre* la seconde.

Il a profité de la propriété qu'a le chlorure de chaux, de décolorer la dissolution d'indigo dans l'acide sulfurique, pour estimer d'une manière commode la quantité de chlore contenue dans les chlorures du commerce.

Plus tard le Dr Ure a publié, dans le *Quarterly Journal*, les résultats d'expériences qui paraissent contredire la composition trouvée par M. Welter. Il admet qu'en traitant le chlorure par l'eau, il se forme deux nouvelles combinaisons ; l'une avec grand excès

Digitized by Google

de chlore, soluble dans l'eau; l'autre avec grand excès de chaux, insoluble dans ce liquide.

M. Gay-Lussac a mis à la portée du public, par son chloromètre, le moyen indiqué par M. Welter pour l'estimation du chlorure de chaux. L'emploi de cet instrument repose sur ce que le chlore décolore dix fois son volume d'une dissolution d'indigo d'une force convenable. Ces dix volumes sont eux-mêmes divisés en cent parties. La décoloration d'une de ces parties constitue ce qu'on appelle 1 degré, et indique, dans le chlorure, la présence d'un litre de chlore par kilogramme. Le meilleur chlorure décolore 100 parties, c'est-à-dire marque 100 degrés et contient 100 litres de chlore par kilogramme.

Le seul inconvénient que présente le chloromètre dépend de la liqueur d'épreuve. Elle n'est pas très-stable lorsqu'elle est étendue dans les proportions convenables à l'essai, et, indépendamment de cela, son emploi présente une source d'erreurs remarquée par M. Welter; la voici.

Lorsqu'on verse la liqueur dans la dissolution de chlorure, l'acide sulfurique s'empare de la chaux et dégage le chlore, qui, en s'échappant, décolore l'indigo. Plus l'addition est faite avec rapidité, plus il y a d'indigo décoloré jusqu'à un certain point, passé lequel souvent cette quantité diminue. Il y a donc du vague, et j'ai fréquemment trouvé des différences de 33 pour cent dans l'estimation d'une même dissolution de chlorure.

Ces différences sont la cause de litiges, et retardent l'emploi général du chloromètre.

Digitized by Google

J'avais trouvé dans la dissolution de muriate de manganèse le moyen de parer à ces inconvéniens, sans apporter de changement à la forme de l'instrument.

Un volume de cette liqueur, représentant 10 volumes de dissolution d'indigo, la seule modification à apporter dans l'essai, consisterait à employer 10 fois plus de dissolution de chlorure que dans celui par l'indigo, tandis que l'on estimerait les degrés de force de la même manière.

Lorsqu'on verse le muriate de manganèse dans le chlorure de chaux, l'acide muriatique s'empare de la chaux, l'oxide brun de manganèse se précipite et le chlore se dégage. La quantité de liqueur décomposée correspond exactement à celle de chlore dégagé.

Dans ce cas, le dégagement de gaz est le résultat de la réaction. Celle-ci peut être opérée très-lentement et d'une manière interrompue, sans qu'il y ait de différence sensible dans l'estimation.

Cependant cette liqueur d'épreuve présentait, avec des chlorures apparemment obtenus de la même manière, des variations qui pouvaient apporter quelques doutes sur son exactitude. Je me suis occupé de rechercher la cause de ces différences. Ce sont les résultats principaux de ce travail que je vais présenter.

Le premier sujet dont je me suis occupé a été de reconnaître quelles étaient les quantités de chlore, d'eau et de chaux les plus propres à avoir sous le moindre volume possible la plus grande quantité de chlore; ou, autrement dit, à obtenir le chlorure de chaux marquant le plus grand nombre de degrés.

Digitized by Google

J'ai formé des hydrates de chaux avec

2 proportions de chaux et 1 d'eau.
2..... 2
2..... 3
2..... 4

Je les ai saturés successivement, en y faisant passer très-lentement un courant de chlore.

Les résultats obtenus ont été à très-peu près ceux-ci : l'hydrate formé de deux proportions de chaux et 1 d'eau en a pris..... $\frac{1}{2}$ de chlore.

Celui formé de
2 de chaux et 2 d'eau en a absorbé. 1 de chlore.

Celui formé de
2 de chaux et 3 d'eau en a pris..... 1 de chlore.

Celui formé de
2 de chaux et 4 d'eau en a absorbé... 1 de chlore.

D'où résulte :

Que l'hydrate formé dans les proportions de 2 de chaux, 2 d'eau, indiquées par M. Welter, est celui qui prend le plus de chlore ;

Que dès que l'hydrate est constitué différemment, le chlore reste proportionnel à celui des deux corps qui est en moindre quantité ;

Que, dans ce cas, l'excès de chaux ou d'eau reste à pure perte dans le chlorure.

Examinons maintenant ce qui se passe dans la plupart des fabriques.

La chaux vive, mise dans des paniers à claire voie, est plongée dans l'eau ; on la retire lorsqu'elle en a absorbé autant qu'elle a pu, et souvent même aupara-

Digitized by Google

vant ; on l'entasse à l'air où elle ne tarde pas à se déliter et à tomber en poussière. Dans cet état, elle retient de l'eau, et c'est cet hydrate que l'on soumet à l'action du chlore.

Traitée de cette manière, j'ai observé que lorsqu'on la retirait de l'eau, deux proportions de chaux fabriquées dans le pays avaient absorbé deux proportions de ce liquide ;

Qu'après s'être délitée, elle n'en avait conservé qu'un peu plus d'une proportion.

Le fabricant doit donc apporter un grand soin à faire ajouter à l'hydrate, préparé comme il vient d'être dit, autant d'eau qu'il s'en est vaporisé. Il y aurait peu d'inconvéniens à en ajouter un petit excès, puisqu'il serait de 13 pour cent du chlorure en doublant la dose, tandis que la vaporisation d'une proportion produit un excès de chaux de près de 25 pour cent.

Les resultats que j'ai obtenus ne sont pas d'accord avec ceux du Dr Ure. Je n'ai pas pu, comme lui, parvenir à combiner à la chaux une quantité de chlore qui dépasse celle indiquée par M. Welter.

Décomposition du Chlorure de chaux.

Cette décomposition peut avoir lieu de plusieurs manières, suivant les causes qui agissent sur le chlorure de chaux.

Ces causes sont la *chaleur* et l'*air*.

La première décomposition que j'examinerai est celle due à l'*action de la chaleur*.

Cette action elle-même peut avoir lieu :

Digitized by Google

pendant la combinaison du chlore avec la chaux et être spontanée,

ou être appliquée postérieurement à la formation du chlorure.

Chaleur de combinaison. Lorsqu'on fait passer un courant de chlore très-lent dans de l'hydrate de chaux, la température de ce corps ne s'élève pas au-dessus de celle de l'atmosphère.

Lorsque le dégagement du chlore est accéléré, la température de l'hydrate s'élève, dans la place où se fait la combinaison, d'autant plus que le dégagement du chlore est plus vif et la masse plus épaisse. C'est ce dont on peut juger par un thermomètre placé dans l'hydrate.

J'ai préparé du chlorure à froid ; il a constamment marqué 100°.

J'en ai préparé à chaud ; en faisant varier le diamètre des éprouvettes et la rapidité du courant de chlore, le thermomètre a indiqué 30, 40, 60, 87, 97, 119° ; *mais il ne s'est pas dégagé d'oxigène.*

Le chlorure obtenu marquait 66°.

J'ai fait du chlorure en partie à chaud et en partie à froid et inversement. Le chlorure pris pour l'essai,

Dans la partie faite à froid, a marqué.	100°.
Dans celle faite à chaud.....	66°.
Dans les limites correspondant à des changemens de température ou dans des mélanges des deux parties.....	75°, 83°, etc.
Dans ce cas, le titre a toujours varié entre.....	66 et 100°.

Digitized by Google

Je me suis assuré, dans chaque expérience, de la quantité de chlore absorbé; elle a été constamment dans le rapport de

1 proportion de chlore
à 2 proportions d'hydrate.

Lorsqu'il y a eu quelques différences, elles ont ordinairement indiqué un léger excès de chlore et étaient insignifiantes.

Il résulte de ce qui précède:

Que, lorsqu'on opère à froid, le chlore reste tout entier à l'état de chlorure d'oxide;

Qu'en opérant à chaud, 33 pour cent ou $\frac{1}{3}$ du chlore cessent de réagir sur la liqueur chlorométrique comme chlorure d'oxide;

Que, quelle que soit l'élévation de température spontanée, la perte ne dépasse pas 33 pour cent.

J'insiste sur cette dernière circonstance, parce que j'avais été conduit à penser que la perte serait proportionnelle à l'élévation de température. De même que, dans la fabrication du chlorate de potasse, plus la dissolution de potasse est concentrée, plus la température de combinaison s'élève, moins on obtient de chlorure de potasse, et plus on recueille de chlorate. C'est là, du moins, l'opinion de Berthollet. Elle a été répétée depuis dans la plupart des Traités de Chimie.

Chaleur appliquée postérieurement à la combinaison. L'action de la chaleur sur le chlorure sec a été examinée par plusieurs chimistes, et, entre autres, par MM. Welter et Ure. Je rappellerai seulement:

Que M. Welter a chassé du chlorure un volume

Digitized by Google

d'oxigène qui représentait celui du chlore combiné à l'hydrate de chaux ;

Que le Dr Ure a obtenu, par l'application de la chaleur, d'abord du chlorure, puis de l'euchlorine et enfin de l'oxigène, mais en quantités variables.

En répétant ces expériences sur des chlorures faits à froid et à chaud, j'ai, dans quelques cas, obtenu de l'oxigène sans mélange sensible de chlore, et en même volume pour les deux chlorures.

D'autres fois j'ai obtenu du chlore et de l'oxigène dans le même ordre que M. Ure ; mais sans pouvoir affirmer que ces gaz fussent mêlés ou non d'euchlorine.

J'ai cru remarquer qu'en appliquant une très-douce chaleur au chlorure, on pouvait obtenir d'abord un volume notable de chlore, et qu'en chauffant assez brusquement, on obtenait directement de l'oxigène mêlé de très-peu de chlore. Il est d'ailleurs très-difficile d'apporter une grande précision dans ces expériences.

Voyons ce qui se passe avec le chlorure liquide, et commençons par celui à 66°.

Lorsqu'on fait agir de l'eau sur le chlorure de chaux sec, une proportion de chaux est séparée; on peut la laisser en contact avec le liquide ou la séparer par filtration.

Si l'on remplit entièrement avec l'un ou l'autre de ces liquides, un matras muni d'un appareil propre à recueillir les gaz, quelques bulles se rassemblent immédiatement au sommet du vase. Qu'on chauffe ; le dégagement de bulles s'accélère, une petite partie du liquide passe dans la cloche, et le gaz ne tarde pas à venir en occuper le sommet.

Dès que la température est portée au point où le li-

Digitized by Google

quide entre en ébullition, le dégagement de gaz devient rapide et continue avec la même intensité pendant environ demi-heure. Passé ce temps, il diminue, et après quelques heures, il ne s'en échappe plus qu'une quantité insignifiante.

Le gaz est de l'oxigène pur.

Si, au lieu de remplir entièrement le ballon de liquide, on laisse au sommet un espace rempli d'air, et qu'on fasse agir la chaleur, le liquide y reste et l'on peut estimer très-exactement le volume d'oxigène que cette quantité de liquide peut fournir. On trouve de cette manière que le chlorure de chaux est détruit, à $\frac{1}{300}$ près, par l'ébullition. Ainsi, pendant la fabrication du chlorure, la chaleur peut détruire le $\frac{1}{3}$ de son pouvoir décolorant, et une fois qu'il est dissous, l'ébullition détruit les deux autres tiers.

Pour faire l'analyse des substances contenues dans le liquide filtré, qui avait cessé d'agir sur la liqueur chlorométrique, je lui ai fait subir les opérations suivantes.

Par une dissolution de sous-carbonate de potasse, j'en ai séparé la chaux à l'état de sous-carbonate.

La liqueur, évaporée avec précaution, a fourni successivement du chlorate de potasse et du chlorure de potassium.

Le chlorate de potasse a été purifié par plusieurs cristallisations et desséché.

Le chlorate de potassium a été évaporé à siccité et fondu.

La moyenne des quantités que j'ai obtenues donne la composition suivante:

Digitized by Google

1 proportion ou atome de chlorate de chaux ;
16 ..... de chlorure de calcium.

On peut soumettre à l'analyse la dissolution de chlorure de chaux filtrée, sans lui faire subir l'ébullition. L'évaporation lente produit les mêmes résultats.

En soumettant la dissolution du chlorure à 100° au même traitement que le chlorure à 66°, j'ai obtenu des produits dont la moyenne a été:

1 proportionde chlorate de chaux et un peu moins de 17 proportions de chlorure de calcium.

Ces résultats sont assez rapprochés de ceux obtenus avec le chlorure à 66°, pour qu'on puisse en conclure, que sa dissolution soumise à l'action de la chaleur est entièrement décomposée, et dégage aussi un volume d'oxigène représentant les deux tiers du chlore qu'elle contient.

Un résultat général de ces décompositions par la chaleur est donc la propriété que possède la chaux, de convertir, sous cette influence, le chlore en acide chlorique.

Il résulte de ces observations que le chlorure de chaux à 66° éprouve, par la chaleur, deux décompositions tout à fait distinctes :

Par la chaleur de combinaison, 33 $\frac{o}{o}$ du chlore cessent d'être du chlorure de chaux, sans dégagement d'oxigène ;

Par l'application de chaleur à sa dissolution, les 66 $\frac{o}{o}$ qui restent cessent aussi d'être chlorure de chaux, mais dégagent un volume d'oxigène qui les représente.

D'autre part, le liquide fournit 16 à 17 atomes de chlorure de calcium pour 1 de chlorate de chaux ; ad-

Digitized by Google

mettons que ce soit 17 : en y réunissant l'atome du chlorate de chaux, on a en tout 18 atomes de chlore qui se divisent de la manière suivante : pendant la première décomposition, 6 atomes de chlore produisent un atome de chlorate de chaux et cinq de chlorure de calcium ; et pendant la seconde, il se produit avec les 12 autres atomes de chlore 12 atomes de chlorure de calcium.

Le chlorure de chaux à 100°, fournissant les mêmes quantités de chlorate et de chlorure de calcium, il est évident que l'application de la chaleur à sa dissolution lui fait subir les deux sortes de décomposition dont on vient de parler.

La composition des chlorures est donc comme il suit ;

Pour le chlorure à 100°. — Celle indiquée par M. Welter, ou 18 at. de chlore ;

36 d'eau,
36 de chaux,

qui deviennent :

Pour le chlorure à 66° *sec*,

12 at. de sous-chlorure de chaux ;
5 de chlorure de calcium ;
1 de chlorate de chaux ;
6 d'hydrate de chaux ;
6 d'eau.

Lorsqu'on dissout le chlorure à 66°, 18 at. de chaux se séparent ;

5 at. de chlorure de calcium,
1 de chlorate de chaux,
12 de chorure neutre de chaux,

demeurent dans la liqueur.

Digitized by Google

Celle-ci, évaporée convenablement, se transforme en

1 at. chlorate de chaux;
17 chlorure de calcium.

Par cette théorie, tous les phénomènes observés se trouvent expliqués.

Elle n'est cependant pas d'accord, non plus que les faits qui lui servent de base, avec les résultats obtenus par le Dr Ure. Quelques expériences faites dans le but de reconnaître quelle quantité de chlore restait engagée dans la partie du chlorure insoluble dans l'eau, m'ont donné $\frac{1}{77}$ du chlore total. Pour l'obtenir, j'ai versé sur le résidu de l'acide muriatique étendu, afin d'en dégager le chlore, comme l'indique le Dr Ure. Cette quantité est loin d'être notable, et s'il n'en a pas obtenu de plus considérables, elle ne peut jeter le moindre doute sur la composition indiquée par M. Welter.

De l'Action de l'air sur le Chlorure de chaux.

Le chlorure de chaux peut être exposé à l'action de l'air sous la forme de solide ou sous celle de liquide.

C'est celle-ci que nous examinerons d'abord.

Lorsqu'une dissolution de chlorure de chaux, filtrée ou non, est exposée à l'air, il se forme à sa surface une pellicule de sous-carbonate de chaux, et elle répand une légère odeur de chlore.

Qu'on brise cette croûte, elle est remplacée par une autre, et l'odeur de chlore se fait remarquer.

La même manœuvre, répétée à plusieurs reprises, produit toujours le même effet.

On peut donc admettre que l'acide carbonique de l'air

Digitized by Google

décompose, dans ce cas, le chlorure en s'emparant de la chaux et chassant le chlore.

Mais si l'on abandonne la dissolution à elle-même, une fois recouverte de la pellicule de sous-carbonate de chaux, elle se trouve préservée par elle du contact de l'air. Des bullés de gaz ne tardent pas à se rassembler sous la croûte, la soulèvent dans les places où plusieurs se sont réunies, la crèvent et s'échappent dans l'atmosphère.

Ce travail paraît être intérieur, et la cause qui dégage les bulles indépendante de l'air.

Pour m'en assurer, j'ai rempli de dissolution un matras muni d'un appareil propre à recevoir les gaz, et je l'ai abandonné à lui-même. Le dégagement a duré plusieurs semaines et a été un peu accéléré pendant les jours chauds.

Essayé à plusieurs reprises, le gaz était de l'oxigène pur. Même effet donc, mais plus lent que lorsqu'on y applique la chaleur.

D'autre part, des dissolutions filtrées, abandonnées à elles-mêmes pendant quelques mois, ont perdu toute leur force sans qu'il s'y soit formé de dépôt. La seule matière solide qui s'y fît remarquer était une couche de sous-carbonate de chaux, soulevée par le gaz et fixée à distance du liquide. Le même effet a lieu à la lumière et dans l'obscurité. Ceci est tout-à-fait d'accord avec les effets qui viennent d'être indiqués.

Lorsqu'on expose à l'air du chorure sec à 100°, il reste pulvérulent pendant quelques heures ; mais p eu peu sa surface se colore et devient humide.

Le chlorure à 66° devient humide en peu de momens.

Digitized by Google

La rapidité avec laquelle cet effet a lieu est suffisamment expliquée par la présence du chlorure de calcium.

Du chlorure à 100°, conservé dans une boîte de sapin mal fermée, pendant quatre mois, y a doublé de poids; est tombé en déliquescence et a été complètement converti en chlorure de calcium sans action sur la liqueur chlorométrique.

La même décomposition paraît donc s'opérer sur le chlorure de chaux sec ou dissous, abandonné à lui-même en contact avec l'air.

La marche que lui assigne M. Gay-Lussac n'est donc applicable qu'au chlorure dissous dont on renouvelle la surface. Ce n'est que dans ce cas que la dissolution de chlorure est transformée, par l'acide carbonique de l'air, en carbonate de chaux et en chlore gazeux qui se répand dans l'atmosphère.

Il paraît donc résulter du contact du chlorure de chaux à 100° avec l'air, à la température de l'atmosphère et pendant un temps suffisamment prolongé, transformation directe de tout le chlorure de chaux en chlorure de calcium, sans qu'un tiers se change en chlorate et en chlorure de calcium, comme cela a lieu par l'application de la chaleur. On obtient :

1 atome de chlorure de calcium
pour 1 atome de chlorure de chaux.

Le produit de la décomposition du chlorure à 66° par l'air, doit être le même que celui de la décomposition par la chaleur, c'est-à-dire,

1 atome de chlorate de chaux;
17 atomes de chlorure de calcium.

Digitized by Google

Du Chlorure de Potasse.

La dissolution de chlorure de chaux et celle de chlorure de potasse jouissent de propriétés semblables dans leur action sur les principes colorans organiques. Il était probable que je tirerais de l'examen comparé de ces corps des lumières sur les points que je désirais éclaircir.

Pour ne point compliquer inutilement mes expériences, j'ai employé de la potasse caustique à l'alcool, et non du sous-carbonate dans les essais dont je vais présenter les résultats.

Lorsqu'on fait passer un courant de chlore dans une dissolution concentrée de sous-carbonate de potasse ou de potasse caustique, si le liquide s'échauffe, il se produit du chlorate de potasse. C'est un fait reconnu.

Il en est un autre que j'ai déjà mentionné. C'est que plus la liqueur est concentrée, plus on obtient de chlorate.

Désirant reconnaître si cette assertion était fondée, et dans ce cas, les quantités de chlorate de potasse qui correspondaient à divers états de concentration, j'ai préparé des dissolutions de potasse dans les proportions suivantes :

1 partie de potasse et 2 d'eau.
1 4
1 16

Toutes trois, saturées de chlore, en ont absorbé une quantité égale, plus, à très-peu près, ce qu'aurait pu dissoudre l'eau qui tenait la potasse en dissolution.

Les deux premières se sont fortement échauffées.

Digitized by Google

Elles avaient laissé déposer des cristaux de chlorate de potasse mêlés d'un peu de carbonate de manganèse pulvérulent, provenant de la décomposition de muriate de manganèse entraîné par le chlore.

Le chlorate en a été séparé par dissolution, et évaporé avec le reste du liquide. Pendant l'évaporation, il s'est formé du chlorure de potassium, et de l'oxigène s'est dégagé avec le chlore dont le liquide était imprégné.

Le chlorate de potasse et le chlorure de potassium, séparés, étaient dans le rapport de

1 proportion de chlorate et d'un peu plus de 18 proportions de chlorure.

La dissolution de potasse, dans 16 fois son poids d'eau, ne s'est point échauffée; elle n'a point déposé de chlorate; on devait s'y attendre, puisqu'elle était beaucoup plus étendue que celle indiquée par M. Gay-Lussac, comme propre à éviter la formation de chlorure de potassium et de chlorate.

Soumise à l'évaporation, comme les précédentes, elle a fourni cependant ces deux corps, dans le rapport de

1 proportion de chlorate et d'un peu moins de 18 proportions de chlorure de potassium.

La moyenne des trois expériences est

1 à 18.

Il résulte de là :

Qu'il est indifférent d'employer, pour la prépartion du chlorate, une dissolution de potasse plus ou moins concentrée;

Que la chaleur transforme le chlorure de potasse en

Digitized by Google

chlorate et chlorure de potassium, de même que cela a lieu avec la dissolution de chlorure de chaux, et qu'elle doit être soigneusement évitée dans la fabrication du chlorure;

Que les proportions de ces corps peuvent être regardées comme les mêmes que celles obtenues par la décomposition du chlorure de chaux liquide.

En conséquence,

18 atomes de chlorure, contenant 18 de chlore, sont décomposés par l'évaporation en

1 atome de chlorate de potasse = 1 at. de chlore.
17 at. de chlorure de potassium = 17

En tout.... 18 at.

La plus parfaite analogie existe donc entre les chlorures de chaux et de potasse. Il est très-probable qu'il en est de même du chlorure de soude.

Quelqu'ensemble que présentent ces résultats, je ne puis m'empêcher de croire qu'il y a quelque circonstance, que je n'ai pu saisir, dans laquelle on peut obtenir une plus grande proportion de chlorate, car Chenevix est parvenu à en obtenir dans le rapport de

16 parties en poids,
à 84 parties de chlorure de potassium,

c'est-à-dire, environ deux fois autant que moi.

Conséquences générales.

La première, sur laquelle j'insiste, est relative à la *liqueur chlorométrique* elle-même.

Lorsque j'en proposai l'usage, elle ne parut pas of-

Digitized by Google

frir une exactitude assez grande pour pouvoir être employée aux essais, sans avoir été corrigée des causes de variations qu'elle présentait.

Je trouvais, en effet, des différences de titre très-grandes entre des chlorures qui paraissaient obtenus avec toutes les conditions nécessaires pour leur saturation.

L'essai par la dissolution d'indigo paraissait bien indiquer des différences de composition notables; mais la liqueur pouvait présenter des variations trop grandes dans l'essai et dépendant évidemment d'elle-même, pour acquérir par cette seule voie des idées bien exactes sur ces différences.

Une expérience de M. Clément, qui lui montrait que la chaleur développée pendant la combinaison produisait une diminution dans le titre du chlorure, m'a mis sur la voie des recherches que j'ai faites.

Une circonstance dans l'essai par la liqueur manganésienne me faisait croire que les variations ne provenaient pas de la liqueur elle-même; c'est qu'elle indiquait toujours 100° avec la liqueur étalon de M. Welter, c'est-à-dire, avec une dissolution de chlore contenant son volume de gaz.

Les expériences dont j'ai présenté les résultats, montrent suffisamment que les variations observées précédemment dans l'emploi de la liqueur manganésienne, sont une preuve de son exactitude.

Le fréquent usage que j'en ai fait m'a montré qu'elle pouvait se conserver pendant plusieurs mois sans se décomposer. Cependant, après ce temps, il s'y forme peu à peu un petit dépôt brun. Pour en prévenir la for-

Digitized by Google

mation, on doit ajouter à la liqueur 10 gouttes d'acide muriatique pur par litre. Cette addition ne nuit point à l'essai, et m'a paru atteindre le but que je me proposais.

Si cependant elle ne se conservait pas indéfiniment, ce qu'un usage plus prolongé montrera, on doit remarquer qu'il y a beaucoup moins d'importance à une diminution de force, qu'à la possibilité d'une variation dans des essais faits en même temps. Ceci s'applique à toutes les liqueurs d'essai qu'on pourrait découvrir : car, dans une fabrique de chlorure de chaux, rien de si facile que de se procurer la dissolution de chlore étalon. Si la liqueur d'épreuve avait perdu de sa force, et qu'on n'eût pas le temps de la mettre au degré convenable, une simple règle de trois suffit pour avoir le véritable degré du chlorure.

Les moyens chlorométriques qu'on indique successivement sont de deux genres.

Les uns se rapportent au précieux instrument que M. Gay-Lussac a donné à l'industrie ; les autres ne s'y rattachent pas.

Ces moyens particuliers ont le grand inconvénient de compliquer le sujet, et quoique tous soient dus à la meilleure intention de rendre service à l'industrie, les premiers seuls pourront lui être véritablement utiles.

Fabrication du Chlorure de chaux. La principale cause de perte que le fabricant de chlorure doit éviter, est la *chaleur*.

La meilleure manière d'y parer, quand on consomme le chlorure sur les lieux, est de le faire à l'état liquide. Cependant, même dans ce cas, il faut des soins pour

Digitized by Google

éviter totalement cette cause de perte. L'appareil de M. Clément, dont toutes les parties ont été calculées avec une profonde sagacité, pare à tous les inconvéniens, pourvu qu'on s'en serve avec jugement.

Pour envoyer du chlore au loin, il doit être sec. Il est de la plus grande difficulté d'obtenir une absorption prompte avec une température basse. Il importe de profiter de toutes les circonstances accessoires. La première est que la température initiale de la chaux soit peu élevée. En été, il est presqu'impossible d'obtenir un chlorure sans production de chaleur, même avec un dégagement très-lent. En hiver, cela est moins difficile. Il faut donc choisir un emplacement froid, et, si cela se peut, s'établir dans une cave pendant l'été.

Si, à la perte due à la chaleur, le fabricant en laisse joindre d'autres, telles que celle due à un excès d'eau et surtout de chaux dans l'hydrate, il obtiendra un chlorure d'un titre très-bas, souvent au-dessous de 50°, tel qu'on en livre fréquemment au commerce.

Le chlorure devra toujours être conservé dans un lieu frais et dans des vases fermant bien, afin d'éviter autant que possible cette action spontanée qui le convertit en chlorure de calcium, et le contact de l'air qui lui fournit de l'humidité.

Du Chlorure de chaux comme désinfectant. Appliqué en dissolution à la surface d'un corps, le chlorure de chaux agit avec énergie pour le désinfecter. Il a sur le chlore gazeux ou liquide le grand avantage de réunir sous un même volume un beaucoup plus grand poids de ce corps.

Mais on lui a attribué une action désinfectante sur

Digitized by Google

l'air, qui non-seulement est très-inférieure à celle du chlore gazeux, mais qui paraît, par ce qui précède, n'avoir de réalité que lorsqu'on agite le liquide de manière à renouveler l'action de l'air sur sa surface.

Cette manière de procurer à la liqueur une action désinfectante sur l'air est trop peu efficace et trop peu commode, pour que le dégagement du chlore gazeux, d'après la méthode de Guyton-Morveau, ne soit pas infiniment préférable.

Du Chlorure de chaux comme médicament. Il est important, pour l'usage médical, que les préparations aient une composition constante. C'est ce qu'on obtiendra très-difficilement en se servant d'autre chlorure que de celui fait à chaud. Autrement on est exposé à faire éprouver au malade une action qui peut varier d'un tiers en intensité. Qu'on se rappelle que 4 parties de chlorure à 66° en valent 3 de 100°, et l'on pourra, en prescrivant le premier, compter que les irrégularités d'effet ne dépendent point du chlorure.

Mémoire *sur quelques Produits de l'action de l'Acide nitrique sur l'Indigo.*

Par le Dr Buff.

L'action de l'acide nitrique sur l'indigo donne naissance à plusieurs substances qui, à la vérité, sont déjà connues depuis long-temps, mais dont la nature n'était pas encore bien établie.

Digitized by Google

Hausmann remarqua le premier que par cette action il se formait un principe extrêmement amer. Après lui, Proust, Fourcroy et M. Vauquelin, mais principalement M. Chevreul, examinèrent tous les résultats de cette action. M. Chevreul chauffa dans une cornue de l'acide nitrique de 32°, étendu de son poids d'eau, avec la moitié de son poids d'indigo en poudre grossière.

Le principe décolorant se décomposa avec dégagement de gaz acide carbonique, prussique et nitreux, et il resta dans la cornue une liqueur jaune, au-dessus de laquelle surnageait un corps résineux. M. Chevreul en sépara la liqueur, qu'il concentra et laissa refroidir. Il se déposa des cristaux de l'amer découvert par M. Hausmann, et d'une autre substance que M. Vauquelin et Fourcroy prenaient pour de l'acide benzoïque, mais que M. Chevreul reconnut pour un nouvel acide, et qu'il nomma *acide d'indigo*. En faisant évaporer les eaux-mères, il se sépara un liquide rouge, huileux, qu'il nomma *tannin artificiel* : il le croyait composé d'acide nitrique, d'amer, d'acide d'indigo et de résine d'indigo. Dans l'amer et l'acide d'indigo, il supposait une substance particulière combinée avec l'acide nitrique ou nitreux ; le corps résineux était composé, d'après lui, de ces deux acides et d'acide nitrique. Dernièrement, M. Liebig s'occupa de recherches sur l'amer d'indigo, et démontra que, d'après la méthode de M. Chevreul, il était impossible de l'obtenir à l'état de pureté. Comme l'unique moyen de le préparer, il faut employer de l'acide nitrique concentré; en suivant exactement les précautions indiquées par M. Liebig, il ne se produit ni de résine d'indigo, ni de tannin artificiel.

Digitized by Google

Il résulte de ces expériences que l'amer pur ne contient pas d'acide nitrique, aucun acide organique et point d'hydrogène. A l'absence de ce dernier se rapporte le nom *acide carbazotique* qui lui fut donné par M. Liebig. Ces résultats, si différens de ceux de M. Chevreul, répandent sur la composition des autres produits des doutes que, sur l'invitation de M. Liebig, j'ai cherché à lever dans le Mémoire suivant.

M. Chevreul, comme je l'ai mentionné plus haut, distingue comme produits de la décomposition de l'indigo par l'acide nitrique, outre l'amer, encore trois autres substances; savoir, l'acide d'indigo, la résine d'indigo et le tannin artificiel. Pour me les procurer, j'opérai en général selon la méthode qu'il a indiquée. Seulement, pour éviter la formation de l'acide carbazotique, je diluai l'acide nitrique un peu plus qu'il ne le prescrit. J'ajoutai, par petites quantités à la fois, l'indigo en poudre fine à l'acide bouillant.

Il se décompose à l'instant en produisant un boursouflement considérable. Aussi long-temps que l'effervescence fut sensible, j'ajoutai toujours de la poudre d'indigo, en ayant soin d'y verser de temps en temps un peu d'eau bouillante pour empêcher la formation de l'acide carbazotique (1).

---

(1) Pour déterminer la quantité du gaz qui se dégage pendant cette opération, de l'indigo fut traité dans une petite cornue avec de l'acide nitrique étendu d'eau; le gaz fut recueilli sur le mercure dans des tubes gradués. Je ne trouvai pas que le mercure en fût attaqué. Le gaz parut incolore, et les dernières portions furent absorbées à moitié par la potasse

Digitized by Google

La liqueur jaune obtenue fut séparée, encore chaude, de la matière résineuse et refroidie. Il s'en déposa des cristaux d'acide d'indigo peu distincts. Lorsqu'on dissolvait ceux-ci dans de l'eau chaude et qu'on les neutralisait avec de la potasse, il ne se produisait point de précipité par le refroidissement; c'est une preuve que la liqueur ne contenait pas d'acide carbazotique.

L'acide de l'indigo obtenu par ce procédé était cependant mélangé du corps résineux qui s'était formé en même temps que lui. D'après la prescription de M. Chevreul, on le fit bouillir avec de l'oxide de plomb. Il se forma un précipité jaune qui, d'après M. Chevreul, est une combinaison d'oxide de plomb avec la résine, et d'un peu d'acide d'indigo. Il croit que le sel d'acide d'indigo et de plomb reste dissous dans l'acide d'indigo excédent; ce qui n'est pas vraisemblable, parce qu'avec un grand excès de litharge on n'obtient aucun autre résultat.

La liqueur filtrée avait une couleur d'un jaune clair et possédait une saveur douce-amère. Elle fut décomposée par l'acide sulfurique et filtrée encore bouillante. De la liqueur, d'un jaune tout pâle, il se déposa par le refroidissement de l'acide d'indigo en aiguilles blanches tirant sur le jaune. Pour obtenir celui-ci parfaitement pur, il fut dissous dans l'eau chaude, neutralisé par le carbonate de baryte, et la liqueur jaune fut concentrée. Après qu'elle fut refroidie, il se sépara des ai-

---

caustique. L'autre moitié se changea par l'accès de l'air en acide nitreux. Le mélange de gaz consistait ainsi en parties égales d'acide carbonique et de deutoxide d'azote.

Digitized by Google

guilles jaunes, brillantes, de sel d'acide d'indigo et de baryte. Les eaux mères furent alors décantées, les cristaux lavés avec un peu d'eau froide, dissous de nouveau dans de l'eau chaude et décomposés par des acides. J'obtins alors des aiguilles d'acide d'indigo blanches comme la neige, disposées en groupes mamelonnés, qui furent entièrement dépouillées de toutes les parties étrangères, en les lavant soigneusement sur le filtre.

L'acide de l'indigo cristallisé, qui dans l'eau paraît très-volumieux, diminue extrêmement par la dessication et perd presque entièrement son aspect cristallin. Il possède une couleur blanche éblouissante et l'éclat de la soie; sa saveur est faiblement acide-amère; il rougit très-légèrement la teinture de tournesol; il se dissout en toute proportion dans l'eau bouillante et l'alcool; dans l'eau froide il est fort peu soluble. Sa dissolution est incolore. Pour déterminer sa solubilité dans l'eau froide, j'en ai dissous une certaine quantité à chaud, ensuite j'ai pesé la liqueur refroidie, ainsi que les cristaux qui s'y étaient déposés, et j'ai trouvé de cette manière qu'une partie d'acide d'indigo exige, pour se dissoudre, plus de 1000 parties d'eau froide à 15° c.

Cet acide est volatil; chauffé dans un tube de verre, il se fond et se sublime sans se décomposer, et même à la température ordinaire il répand une odeur acidule et piquante. L'acide de l'indigo fondu cristallise en lames distinctes à 6 pans. Chauffé dans un vase ouvert, il s'enflamme très-facilement et brûle avec une flamme qui dépose beaucoup de charbon. Traité par l'acide nitrique concentré, il se change en acide carbazotique.

Digitized by Google

L'acide hydro-chlorique et l'acide sulfurique dilué ne montrent aucune action sur lui, mais chauffé avec l'acide sulfurique concentré, il se produit une dissolution brune, de laquelle se séparent des flocons bruns par l'addition de l'eau. En faisant passer du chlore sec pendant un certain temps sur l'acide d'indigo sec, celui-ci ne se trouve pas décomposé. Il ne se décompose pas non plus par du chlore liquide.

Je fis passer pendant quelques heures un courant de chlore par un mélange d'acide de l'indigo et d'eau. L'acide fut dissous à la vérité, mais lorsque le chlore eut été chassé par la chaleur, il cristallisa de nouveau sans altération. Le chlorure d'or n'est pas décomposé lorsqu'on le fait bouillir avec l'acide d'indigo ou ses sels. Lorsque l'hydrogène à l'état de gaz naissant vient en contact avec lui, il se dissout avec une couleur rouge de cuivre, et au bout de quelque temps il se précipite de la liqueur des flocons rouges-bleuâtres. L'acide d'indigo colore en rouge de sang la dissolution de peroxide de fer.

Ces propriétés, qui se rapprochent beaucoup de celles de l'acide carbazotique, prouvent évidemment qu'il ne contient ni de l'acide nitrique, ni un acide organique quelconque.

Si l'on mêle soigneusement de l'acide d'indigo avec de l'oxide de cuivre et qu'on les chauffe au rouge dans un tube de verre, il se dégage de l'azote et de l'acide carbonique. Dans quatre expériences successives, les dernières portions du gaz obtenues renfermaient sur 16 parties 15 parties d'acide carbonique.

M. Walter Crum a obtenu, en décomposant l'in-

Digitized by Google

digo d'après cette méthode, le même rapport, et ce résultat inattendu me détermina à faire de nouveau l'analyse de l'indigo. Dans deux expériences avec de l'indigo sublimé pur, j'obtins le même résultat. On ne peut pas douter, d'après cela, que l'azote et le carbone ne se trouvent dans l'acide de l'indigo dans les mêmes proportions que dans l'indigo.

Pour déterminer les quantités des parties constituantes de l'acide d'indigo, je pris 0,0041 loth (poids de Darmstadt) ou 0,06406 gr. de la substance parfaitement sèche, qui fut chauffée au rouge avec de l'oxide de cuivre d'après la méthode perfectionnée par MM. Gay-Lussac et Liebig, en suivant pendant l'opération toutes les précautions indiquées. Il se dégagea sous la pression de 27″ 7‴ et à la température de 24°,1 c., 65,6 cent. cub. de gaz, qui, réduits à la pression de 28″ et à la température de 0°, égalent 59,2 c. c. La différence de poids du chlorure de calcium avant et après l'expérience fut de 0,0006 loth = à peu près 0,0010 gr. Si l'on calcule, d'après ces données, la composition de l'acide d'indigo, cet acide contient :

Hydrogène....	1,11	sur 100 parties	1,73 ;
Carbone.....	29,79	.....	46,34 ;
Azote.....	4,63	.....	7,22 ;
Oxigène.....	28,53	.....	44,71.
	64,06		100,00.

J'employai pour une autre analyse 0,0035 loth = 0,0054687 gr. ; et à la température de 18,4° c. et sous la pression de 27″ 274‴ j'obtins 1 volume de

Digitized by Google

gaz égal à 56,5 c. c., qui à la température de 0° et à la pression de 28″ donnent 52,126 c. c. Le poids de l'eau fut de 0,0006 loth. La composition de l'acide d'indigo résultant de ce produit consiste en

Hydrogène...	1,1111	ou pour cent	2,03 ;
Carbone.....	26,3681	.....	48,21 ;
Azote.....	4,1295	.....	7,55 ;
Oxigène.....	23,0783	.....	42,21.
	54,6870		100,00.

La petite quantité d'eau obtenue dans ces expériences semble confirmer la conjecture fondée sur les autres propriétés de l'acide d'indigo, que, de même que l'acide carbazotique, il ne contient point d'hydrogène. Pour arriver à la certitude sur ce sujet, j'entrepris une troisième analyse; mais le tube de verre qui contenait le mélange d'oxide de cuivre et d'acide fut exposé pendant un jour à l'action du chlorure de calcium fondu sous le récipient d'une excellente pompe pneumatique.

0,0038 loth = 0,0593 gr. fournirent à 28°,7 c. et 27″ 7,5‴ du baromètre, 60,8 c. c. de gaz, ce qui à la température de 0° et 28″ du baromètre égale 54,15 c. c.

Cette fois j'obtins, contre mon attente, plus d'eau que dans les expériences précédentes, savoir 0,000825 loth = 0,0129 gr.

D'après ces derniers nombres, l'acide d'indigo est composé de

Digitized by Google

Hydrogène.	0,0014 ou sur 100 parties....	2,417;
Azote.....	0,004	7,225;
Carbone...	0,0274	46,244;
Oxigène...	0,0262	44,144.
	0,0593oooo	100,000.

Cette analyse, en omettant l'hydrogène, s'accorde presqu'exactement avec la première. Si, d'après cela, on la considère comme juste, mais que l'on envisage l'hydrogène comme étranger à la composition de l'acide d'indigo, en modifiant en conséquence le contenu de l'oxigène, on obtient sur 100 parties 7,225 azote; 46,224 carbone et 46,531 oxigène. Nous allons voir bientôt à quels singuliers résultats cette supposition nous amène. L'équivalent de l'acide d'indigo, calculé d'après sa composition avec la baryte est 254,7. En réduisant d'après ce nombre le poids de l'oxigène en atomes, on obtient à peu près exactement 16 at.; c'est-à-dire le même nombre que celui qui se trouve dans l'acide carbazotique. Si cette supposition était confirmée par des expériences plus décisives, la transformation de l'acide d'indigo en acide carbazotique s'expliquerait très-facilement, et l'absence de l'hydrogène deviendrait par là encore plus vraisemblable. La quantité d'hydrogène obtenue dans l'analyse de l'acide d'indigo coïncide avec celle qu'on a trouvée dans l'indigo; je n'oserais pas hasarder la supposition que l'indigo même ne contient pas d'hydrogène, si un chimiste anglais ne l'avait pas déjà faite.

J'ai cherché à exprimer les parties constituantes de cette substance en nombres proportionnels, mais je ne suis point parvenu à trouver des valeurs qui aient pu s'accor-

Digitized by Google

der avec la théorie atomistique. La seule proportion qui s'accorde avec l'analyse est, 1 $\frac{1}{4}$ azote, 18 $\frac{3}{4}$ carbone, 16 oxigène (ou, si l'on admet de l'hydrogène dans la composition, 14 oxigène, 6 hydrogène). Il suit de là que l'acide contient en atomes la moitié d'azote de l'amer, pendant qu'il contiendrait la moitié de carbone de plus. Je ne veux cependant pas hasarder d'avance ces nombres comme exacts, parce qu'ils ne s'accordent en aucune manière avec cette théorie.

L'acide de l'indigo se combine avec toutes les bases, et chasse l'acide carbonique des carbonates. Les sels sont la plupart d'une couleur jaune. Chauffés, ils se décomposent sans explosion, et fusent comme de la poudre à canon.

Le sel d'acide d'indigo et de potasse est très-soluble dans l'eau; il cristallise en aiguilles groupées concentriquement, possédant l'éclat de la soie et une couleur jaune orangée. Il est insoluble dans l'alcool. Pour déterminer la quantité de base, je décomposai 0,0132 lotli de sel parfaitement pur avec du nitrate de protoxide de mercure. J'obtins 0,0205 d'un précipité complètement insoluble de sel d'acide d'indigo et de protoxide de mercure. D'après ce résultat, 132 parties d'acide d'indigo et de potasse contiennent 21,164 de potasse, ou 100 d'acide saturent 19,094 de potasse, qui contient 3,23 d'oxigène. L'acide de l'indigo et l'acide carbazotique auraient, d'après cela, des capacités de saturation égales. L'équivalent de l'acide d'indigo est, d'après cette analyse, = 247,2.

Cet acide se combine également avec la soude, l'ammoniaque, la magnésie, la chaux et la strontiane, en

Digitized by Google

formant avec elles des sels facilement solubles et colorés en jaune. L'examen de ces sels sera l'objet d'un second Mémoire.

On obtient le sel d'acide d'indigo et de baryte, en faisant bouillir l'acide avec du carbonate de baryte. La dissolution est jaune et a une saveur amère. Le sel cristallise en belles aiguilles jaunes, disposées en étoiles. Il est moins soluble dans l'eau que le sel de potasse. Deux analyses de cette combinaison s'accordent parfaitement ensemble. La première fois 0,0398 loth de sel de baryte très-sec fournirent par leur décomposition avec l'acide sulfurique, une quantité de sulfate de baryte qui, soigneusement séchée et chauffée au rouge, pesait 0,0140 loth. La seconde fois j'obtins de 0,0295 loth de sel, 0,0104 loth de sulfate de baryte.

D'après ces deux analyses, le sel de baryte est composé sur 100 parties, de 76,38 d'acide d'indigo et 23,12 de baryte, ou 100 parties d'acide se combinent avec 30,07 de baryte; sa capacité de saturation est, d'après ce résultat, = 3,104, et son nombre proportionnel 254,7.

Si l'on mêle une dissolution du sel de baryte avec de l'acétate de plomb neutre, il en résulte un précipité jaune, grenu et presqu'insoluble, tandis que la liqueur rougit la teinture de tournesol, et contient par conséquent de l'acide acétique libre. Le même précipité grenu se forme, si l'on emploie du sous-acétate de plomb; mais la liqueur n'offre pas de traces acides. Ce précipité est par conséquent un sel à excès de base. Lorsqu'on ajoute une petite quantité d'hydrate d'oxide de plomb récemment précipité à de l'acide d'indigo bouillant, il se dissout dans la liqueur; mais si l'on en ajoute

Digitized by Google

une plus grande quantité, il se précipite du sel à excès de base, qui cependant se redissout en grande partie dans une nouvelle quantité d'acide.

En faisant bouillir de l'acide d'indigo avec de la litharge dans de l'eau, il ne se forme que très-peu de sel à excès de base, tandis que le sel neutre d'acide d'indigo et de plomb reste dissous. Celui-ci possède une saveur douce-amère, une couleur jaune pâle, et cristallise en aiguilles concentriques.

Le sel d'acide d'indigo et de protoxide de mercure est une poudre jaune pâle, parfaitement insoluble, même dans l'eau bouillante; il n'est que faiblement attaqué par l'acide hydro-chlorique, et l'hydro-chlorate de baryte ne le décompose que difficilement, même à la température de l'eau bouillante.

Le nitrate d'argent n'est précipité ni par l'acide d'indigo, ni par ses sels.

(*La suite dans le Cahier prochain.*)

Sur *l'Amer d'Aloès* (*acide aloétique de M.* Braconnot.)

Par M. Just. Liebig.

On sait que la substance particulière qui se produit par l'action de l'acide nitrique sur l'aloès, se combine avec les bases et forme des sels qui détonent par la chaleur. Je me suis occupé de recherches sur ce corps (*Annales de Chimie et de Physique.* Mai 1827); mais elles n'étaient pas bien satisfaisantes. Dernière-

Digitized by Google

rement j'ai repris ces expériences, et le principe détonant s'est trouvé être de l'acide carbazotique.

On obtient l'amer d'aloès en grande quantité en employant pour sa préparation de l'acide nitrique 1,25. Avec la potasse il forme un sel pourpre peu soluble, qui précipite les sels de baryte, de plomb, de peroxide de fer en flocons d'un pourpre foncé, le nitrate de protoxide de mercure en flocons d'un rouge clair.

Pour faire l'analyse du sel de potasse, j'en ai décomposé une certaine quantité par l'acétate de plomb, et, contre toute attente, le poids du précipité s'est trouvé plus petit que le poids du sel de potasse employé. L'eau de lavage possédait une couleur jaune et a déposé de petits cristaux de même couleur. Ces cristaux, traités à chaud par du sulfate de potasse, ont donné du carbazotate de potasse d'où je suis parvenu à séparer l'acide carbazotique.

En chauffant l'aloès avec de l'acide nitrique de 1,432 aussi long-temps qu'il se dégage des vapeurs d'acide nitreux, et en mêlant après le liquide avec un peu d'eau pour séparer une petite quantité d'amer, on obtient alors, par la neutralisation avec la potasse et par l'évaporation, une grande quantité de carbazotate de potasse en beaux cristaux.

L'amer d'aloès est, d'après cela, une combinaison d'une substance particulière partageant les propriétés des résines et d'acide carbazotique.

La laine, la morphine, la narcotine, la myrrhe ne m'ont pas fourni d'acide carbazotique par leur traitement avec de l'acide nitrique.

Digitized by Google

Examen *chimique d'une espèce de Haricot de l'Ile-de-France.*

Par M. Vauquelin.

M. Bosc, notre confrère, m'a remis un sachet de ces haricots pour savoir s'il serait possible de découvrir quel principe les rend vénéneux, lorsqu'on n'a pas soin de jeter l'eau dans laquelle ils ont cuit.

Ces haricots ont une couleur noire luisante, très-intense ; ils communiquent à l'eau dans laquelle on les a mis tremper pendant quelques heures, une couleur brune-rougeâtre; l'eau acquiert en même temps une saveur de légumine, et la propriété de rougir légèrement le papier de tournesol. Ce liquide produit, dans la solution du per-sulfate de fer, un précipité vert très-abondant, soluble dans les acides.

Evaporé à une chaleur douce, ce liquide dépose, quand il est réduit à un petit volume, des cristaux brillans, entremêlés d'une matière noire qui leur donne une teinte grise.

Ces cristaux sont insolubles dans l'alcool et l'éther bouillans; mais ils se fondent dans l'eau chaude, et si l'on filtre la liqueur immédiatement, ces cristaux reparaissent pendant le refroidissement, mais presque sans couleur, et la matière noire reste, pour la plus grande partie, dissoute dans l'eau.

Ces cristaux, dissous de nouveau, donnent un liquide à peine coloré, qui produit alors dans la solution de per-sulfate de fer une couleur verte très-riche, et qui tourne au pourpre par l'addition de l'eau de rivière. Ce sont

Digitized by Google

indubitablement les sels contenus dans cette eau, qui font ainsi changer la couleur, car l'eau distillée ne produit pas cet effet.

Cette matière, sur la nature de laquelle il ne nous est pas encore permis de prononcer, est peu soluble dans l'eau froide; car, quoique nous eussions mis macérer 120 grammes de ces haricots dans 1500 grammes d'eau, une seconde opération leur en a encore enlevé une quantité notable. La légère acidité de ce corps (1), la propriété dont il jouit de développer avec le per-sulfate de fer, une belle couleur verte, destructible par les acides, nous avait d'abord fait penser que ce pouvait être de l'acide gallique; mais son insolubilité presqu'absolue dans l'alcool ne nous a pas permis d'adopter cette idée.

L'augmentation de couleur que la dissolution de cette matière acquiert par l'évaporation et le dépôt comme charbonneux qu'elle laisse chaque fois, nous ont ensuite fait soupçonner que ce pourrait être une combinaison d'acide gallique avec une base alcaline. En conséquence, nous en avons brûlé une certaine quantité dans un creuset de platine, ce qui a eu lieu avec gonflement et dégagement de vapeurs fétides. Après la combustion, il n'est resté qu'une infiniment petite quantité d'une matière blanche, qui n'a point produit d'effervescence avec l'acide sulfurique. Ainsi, cet acide, si véritablement c'en est un, n'est point uni à une base alcaline fixe, comme nous l'avions présumé.

---

(1) Quand sa dissolution est chaude, elle rougit le papier de tournesol; mais bientôt celui-ci perd presque entièrement sa couleur et devient blanchâtre.

Digitized by Google

D'une autre part, désirant épuiser tous les moyens possibles pour reconnaître la composition de cette substance, nous en avons mis une certaine quantité dans une solution de potasse ; mais il ne s'est développé aucune odeur d'ammoniaque, seulement la matière s'est dissoute à l'instant, et la combinaison a pris une couleur rouge pourpre très-intense. L'ammoniaque n'entre donc pas, au moins à l'état salin, dans la constitution de ce corps.

Enfin, nos réflexions se reportèrent sur cette modification de l'acide gallique, que M. Braconnot a nommé *acide ellagique*, et dont M. Chevreul a parlé quelques années auparavant dans l'Encyclopédie, sans lui assigner de nom spécifique. Il a, en effet, quelques-unes des propriétés de notre matière, mais il ne les réunit pas toutes. L'acide ellagique, suivant M. Braconnot, précipite immédiatement l'eau de chaux ; celle-ci, au contraire, n'altère pas sa transparence, seulement le mélange prend une couleur fauve, et dépose quelque temps après des flocons de même nuance. Notre matière ne paraît donc pas être de la même nature que l'acide ellagique (1).

---

(1) Quant à l'acide ellagique, je pense qu'il ne diffère pas beaucoup de l'acide gallique ; je soupçonne même que ces acides procèdent l'un de l'autre. M. Thenard a pensé que cet acide n'existe point tout formé dans la noix de galle, qu'au contraire il se développe pendant la décomposition spontanée à laquelle on abandonne l'infusion de cette excroissance pour obtenir l'acide gallique, suivant le procédé de Schéele ; mais cette opinion ne me paraît pas fondée, car si l'on fait une

Digitized by Google

L'expérience suivante va nous donner, j'espère, sinon une connaissace parfaite de la composition de ce singulier produit organique, au moins une idée générale de ses principes. Soumis à l'action du feu, dans un tube de verre où l'on avait introduit une bande de papier de tournesol rougi par un acide, il a fourni une vapeur blanche, épaisse, qui a rétabli sur-le-champ la couleur du papier, et même l'on apercevait, après l'opération, sur les parois du tube, des cristaux de sous-carbonate d'ammoniaque, salis par une huile brune. C'est donc aux élémens qui constituent les substances animales que celle-ci doit aussi sa formation.

Au reste, quelle que soit sa nature, cette matière sera toujours facile à distinguer de l'acide gallique et de l'acide ellagique, auxquels nous l'avons comparée, 1° par son peu de solubilité dans l'eau froide; 2° son insolubilité presque absolue dans l'alcool; 3° par le précipité vert qu'elle forme dans la solution du persulfate de fer.

Est-ce à ce corps singulier que les haricots noirs de l'Ile-de-France doivent leur propriété malfaisante? Pour s'en assurer, il faudrait en faire l'épreuve sur les animaux, et la petite quantité de matière mise à ma disposition ne me l'a pas permis.

Mais quelle est cette substance noire et luisante comme l'encre de la Chine, qui se dépose pendant l'évaporation du solutum de la matière cristalline, et semble provenir de sa décomposition?

---

forte décoction de noix de galle, qu'on filtre immédiatement et que l'on fasse refroidir dans la glace, il se forme un dépôt grisâtre qui, lavé à l'eau froide, me semble avoir les propriétés de l'acide ellagique.

Digitized by Google

Si je l'ai obtenue pure, c'est encore un corps composé, car elle donne de l'ammoniaque par sa décomposition au feu, et se dissout dans l'acide sulfurique concentré. Elle est au moins très-charbonneuse ; c'est elle qui évidemment colore l'enveloppe des haricots de l'Isle-de-France. Elle mériterait un examen plus approfondi, et il serait intéressant qu'on pût s'en procurer une quantité suffisante pour cet effet.

Quant aux autres principes de ce fruit, je les ai trouvés identiques avec ceux des haricots ordinaires.

Analyse *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 4 février 1828.

M. le Dr Panquy présente un Essai sur une méthode naturelle chimique; M. Moreau de Jonnès communique quelques détails sur les derniers tremblemens de terre des Antilles ; M. Freycinet donne lecture d'une Lettre de MM. Quoy et Gaymard, datée de Tongatabou.

MM. Latreille et Duméril rendent un compte favorable d'un Mémoire présenté par M. le Dr Bretonneau, sur les propriétés vésicantes de quelques insectes de la famille des cantharides.

M. Coquebert de Montbret fait un rapport sur un Mémoire de M. Auguste Duvau intitulé : *Essai statistique sur le département d'Indre-et-Loire ou ancienne Touraine.*

Digitized by Google

M. Gay-Lussac annonce que M. Guimet, commissaire-adjoint des Poudres et Salpêtres, est parvenu à faire l'outre-mer de toutes pièces, en réunissant les principes que l'analyse chimique y avait fait découvrir. Ce nouveau produit est plus riche en couleur et plus éclatant que le lapis naturel.

M. Ozenne continue la lecture de son Mémoire sur l'étude des accouchemens à l'aide d'un mannequin.

L'Académie a nommé, au scrutin, la Commission qui adjugera le prix fondé par M. de Monthyon en faveur de celui qui rendra un art ou un métier moins insalubres. Les commissaires sont : MM. Thenard, Gay-Lussac, Darcet, Chevreul et Dulong.

Séance du lundi 11 *février.*

M. Lermier envoie des Recherches concernant l'influence que la volonté de l'homme exerce sur les corps inanimés ; M. Julia Fontenelle une Lettre sur les phénomènes d'incandescence de la strontiane et de la baryte ; M. Baehr de Kœnigsberg, un Mémoire intitulé : *De Ovi mammalium et hominis Generi.*

M. Beudant rend un compte favorable de la Description géognostique du Bas-Boulonnais, par M. Rozet.

M. Cuvier, au nom d'une Commission, présente l'analyse de tous les envois que MM. Quoy et Gaymard ont faits au Muséum d'Histoire naturelle depuis le départ de l'Astrolabe : il en résulte que ces infatigables observateurs se rendent de plus en plus dignes de la bienveillance de l'Autorité.

M. Geoffroy Saint-Hilaire fait un rapport sur le Mé-

Digitized by Google

moire de M. Lisfranc, relatif à la Rhinoplastique ; les conclusions sont très-favorables.

M. Civiale commence la lecture d'un nouveau Mémoire sur la Lithotritie.

Séance du lundi 18 février.

Le Ministre de l'Intérieur invite l'Académie à examiner les instrumens de pesage de M. Paret ; M. Tournal fils adresse un Mémoire sur la constitution géognostique du bassin et des environs de Narbonne ; M. Lassaigne envoie, de la part du Directeur de l'École d'Alfort, une dent molaire d'éléphant trouvée à 15 pieds au dessous du sol, dans une masse de sable et de cailloux en exploitation près du village de Maison ; M. Levret présente un Mémoire intitulé : *Des Courbes et des surfaces semblables.*

M. Donné lit un Mémoire sur l'emploi de l'iode et du brome, comme réactif des alcalis végétaux.

M. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire et M. Joseph Martin lisent un Mémoire intitulé : *Recherches anatomiques de deux canaux qui mettent la cavité du péritoine en communication avec les corps caverneux dans la tortue femelle, et sur les analogues dans le crocodile ; et remarques sur la disposition générale et la structure du cloaque, du clitoris et des corps caverneux dans la tortue.*

MM. Legendre, Poinsot et Cauchy rendent un compte favorable d'un Mémoire extrêmement curieux que M. Poncelet avait présenté à l'Académie depuis fort long-temps. Ce Mémoire est intitulé : *Théorie générale des polaires réciproques.*

Digitized by Google

M. Lassis lit la première partie d'un Mémoire sur la Fièvre jaune.

Séance du lundi 25 février.

Le Ministre de la Guerre invite l'Académie à examiner la Théorie de la Nitrification de M. Longchamp. M. Longchamp écrit pour demander qu'on se borne à rechercher s'il y a lieu d'établir des nitrières artificielles d'après sa théorie. M. Jomard communique quelques détails sur le capitaine Clapperton et le major Laing, dont on avait annoncé la mort.

M. Geoffroy Saint-Hilaire fait un rapport favorable sur le Mémoire de MM. Audouin et Milne Edwards, concernant le système nerveux des crustacées.

M. Desfontaines rend un compte verbal de la nouvelle Flore des environs de Paris de M. Chevalier.

M. Lassis achève la lecture de son Mémoire sur la Fièvre jaune.

M. Comte lit des Recherches anatomico-physiologiques sur les causes de la prééminence de la main droite.

Extrait *d'un Travail sur la Chaleur développée par la combustion.*

Par Mr C. Despretz.

(Mémoire lu le 16 octobre 1827.)

Ce travail a eu pour objet la combustion du carbone, de l'hydrogène, du phosphore, de plusieurs mé-

Digitized by Google

taux, etc. Le calorimètre employé pour ces expériences a cet avantage, qu'il peut servir à mesurer la chaleur développée dans la combustion d'un corps quelconque, et même dans l'inflammation de la poudre. Il est préférable à celui de Rumford qui n'était propre à aucune mesure exacte, et même Rumford n'a jamais pu faire brûler le charbon; il aurait encore bien moins fait brûler les métaux. C'est la première fois, je pense, qu'on mesure la chaleur dégagée par la combustion des métaux.

Il résulte de ce travail que pour 1 gr. d'oxigène,

L'hydrogène dégage...	2578°,
Le charbon.....	2967,
Le fer.....	5325,

Le phosphore, le zinc, l'étain dégagent des quantités de chaleur peu différentes de celle que dégage le fer. On rapportera les nombres particuliers aussitôt que toutes les expériences auront été assez répétées pour qu'on n'ait plus de doute sur leur exactitude.

En sorte que de tous les corps, l'hydrogène est celui qui développe le moins de chaleur pour une même quantité de gaz oxigène absorbé. Les métaux sont ceux qui en dégagent le plus.

Il est remarquable que le charbon, qui ne change pas le volume du gaz oxigène, développe une quantité de chaleur qui fait les $\frac{3}{5}$ de celle que développent le fer et les métaux en général.

Digitized by Google

Mémoire *sur la Combustion sous différentes pressions.*

Par Mr C. Despretz.

(Lu à l'Académie royale des Sciences, le 23 octobre 1827.)

Il résulte de ce travail que la quantité de chaleur que développe un corps, qui ne change pas le volume du gaz oxigène, est la même quelle que soit la densité de ce gaz.

Ce résultat n'a encore été obtenu qu'avec le carbone; mais il est extrêmement probable que le soufre et les corps qui ne changent pas le volume du gaz comburant, donneront le même résultat.

Je pense que la quantité de chaleur que dégage un corps qui réduit tout l'oxigène à l'état solide, est d'autant moindre que la pression est plus élevée, et que la différence représente la chaleur perdue par le gaz oxigène dans la réduction du volume. On a donc un moyen de reconnaître cette chaleur. Par d'autres expériences où l'hydrogène, l'oxide de carbone, et l'acide carbonique joueront un rôle, il sera possible de reconnaître si tous les gaz abandonnent ou n'abandonnent pas la même quantité de chaleur pour une même réduction de volume.

Il y a encore une conséquence fort importante qu'on peut tirer des expériences sur le carbone à différentes pressions; c'est que l'oxigène et l'acide carbonique contiennent des quantités de chaleur absolues égales sous les pressions auxquelles on a opéré. Si les expériences avec le soufre donnent une même quantité de chaleur sous diverses pressions, il faudra aussi en conclure que le gaz

Digitized by Google

acide sulfureux et le gaz oxigène renferment aussi la même quantité de chaleur; et les trois gaz oxigène, acide carbonique et acide sulfureux étant très-différens par leurs propriétés, il sera permis d'étendre la même conséquence à tous les gaz.

Sur *un Moyen de mesurer plusieurs Actions chimiques.*

Par M. Babinet.

(Communiqué à la Société philomatique, le 23 février 1828.)

Il existe un grand nombre de réactions chimiques qui donnent lieu à des dégagemens de gaz. Dans celles qui ont pour résultat la formation des sels, l'hydrogène, l'acide nitreux, l'oxide d'azote, l'acide carbonique, le chlore, l'acide sulfureux sont fréquemment dégagés.

Si on opère en vases clos, lorsque le gaz acquiert une force élastique suffisante, *l'action chimique s'arrête*; elle est *suspendue* jusqu'au moment où l'on donne issue au gaz comprimé, dont la force fait, en quelque sorte, équilibre à l'action chimique qui tend à le dégager. C'est cette force élastique du gaz, au moment où elle suspend l'action chimique, qui me paraît pouvoir donner la mesure de l'énergie de cette action à diverses températures et pour diverses substances, ou au moins d'utiles indications sur ces forces encore si peu connues.

Ma première expérience de ce genre date de 1818. M'étant proposé de remplir des armes à vent avec de

Digitized by Google

l'hydrogène très-comprimé fourni par des réactions chimiques, je fis construire comme essai une bombe en cuivre fermant à robinet. L'ayant remplie d'eau, de zinc et d'acide sulfurique, et l'ayant abondonnée sur la terre couverte de neige, la bombe, à ma grande surprise, n'éclata pas.

L'année suivante, je fis forer, chez M. Pixii, un gros tube en cuivre épais; ce tube ferme par un boulon à vis. L'ayant rempli comme la bombe, j'arrêtai et je renouvelai alternativement le dégagement du gaz hydrogène à volonté. La violence avec laquelle s'échappe le gaz quand on dévisse le bouchon, indique une grande force élastique.

Pour mesurer cette force, je fis construire un appareil semblable à la marmite ordinaire de Papin. Seulement l'obturateur qui, dans cette machine, cède à la vapeur, est remplacé par une éprouvette analogue à celle de la machine de compression. Le tube de cette éprouvette, qui est très-fort, est fermé par en haut; la contraction du gaz renfermé dans le haut de l'éprouvette, plus la hauteur du mercure soulevé, donne l'élasticité du gaz au moment où l'équilibre s'établit et où l'action chimique est contrebalancée.

A 25° C, l'hydrogène dégagé par l'eau, le zinc et l'acide sulfurique surpasse 33 atmosphères.

Le dernier moyen auquel je me suis arrêté consiste à visser sur l'appareil, en place de l'éprouvette, un petit ballon en cuivre fermant à robinet. Ce ballon se remplit d'un gaz d'autant plus condensé que le dégagement est plus énergique. On l'enlève et on l'ouvre sous une cloche graduée. A 10° C, le ballon enlevé

Digitized by Google

de dessus la réaction précédente s'est trouvé contenir environ 13 fois autant de gaz qu'il en contient sous la pression ordinaire de l'atmosphère. Le dégagement s'arrête donc ici avec une force de 13 atmosphères.

A 0°, la force du gaz hydrogène serait beaucoup plus faible, du moins si l'on en juge par la lenteur du dégagement qui a lieu, à cette température, dans les vases non fermés. En employant le fer au lieu du zinc, l'action est plus faible encore. A la température ordinaire, le chlore produit par l'acide hydro-chlorique et l'oxide de manganèse, n'a pour élasticité qu'environ deux atmosphères.

On peut employer ces gaz comme moyens mécaniques, pour obtenir de fortes pressions sans secousses, charger des fusils à vent, produire des jets d'eau, remplacer la vapeur, etc.

Les résultats précédens ne doivent être considérés que comme ces expériences préparatoires au moyen desquelles on s'assure que les appareils fonctionnent convenablement. Un très-grand nombre d'observations faites avec soin seraient nécessaires pour déterminer exactement l'énergie de plusieurs classes de réactions chimiques, soit entre des substances diverses, soit entre les mêmes substances à diverses températures. Les dégagemens de chlore, d'acide nitreux, qui sont beaucoup plus faibles que ceux d'hydrogène, sont susceptibles d'être arrêtés sans aucun risque dans des tubes ordinaires, par des colonnes de mercure. Mon intention n'étant point de donner suite à ce travail, j'ai cru utile d'indiquer ce genre de recherches aux observateurs qu'il pourrait intéresser.

Digitized by Google

Sur *le Sucre de Réglisse.*

Par Mr J. J. Berzelius.

On sait que la racine de la réglisse (*glycyrrhiza glabra*) contient un principe particulier d'une saveur sucrée qui lui est propre. Döbereiner et Robiquet ont donné depuis long-temps des procédés pour le purifier, et Robiquet le précipite par le vinaigre. J'ai trouvé qu'on peut très-bien l'isoler de la manière suivante.

On coupe la racine de réglisse et on la met infuser dons l'eau bouillante; après le refroidissement, on filtre et on ajoute de l'acide sulfurique par petites portions, tant qu'il se forme un précipité. Ce précipité est une combinaison de l'acide avec la matière sucrée. On le lave d'abord avec de l'eau froide acide, puis avec de l'eau pure, tant que celle-ci paraît acide : on fait ensuite digérer le précipité avec de l'alcool qui sépare l'albumine végétale et dissout la combinaison de sucre et d'acide sulfurique; on ajoute alors peu à peu à la dissolution du carbonate de potasse ou de soude en poudre fine, et lorsqu'elle n'est plus acide, on la décante et on l'évapore. Il est bon de laisser en excès une très-petite quantité d'acide dans la dissolution, et, pour cela, il convient d'en mettre de côté une portion pour en ajouter ensuite à la dissolution saturée, jusqu'à ce qu'elle prenne une faible réaction acide. Le liquide est abandonné au repos pour laisser précipiter le sulfate de potasse, et après on l'évapore.

On obtient la matière sucrée sous la forme d'une masse jaune transparente, qui se brise en une poudre

Digitized by Google

grossière semblable au succin. Chauffée à l'air, elle se boursouffle, s'enflamme et brûle avec une flamme claire, donnant de la fumée. En poudre, elle brûle comme le licopode ou la résine pulvérisée. A l'air, elle n'éprouve pas d'altération. Sa dissolution aqueuse est précipitée par *tous les acides*, d'autant plus complètement que la dissolution était plus concentrée, surtout si l'on ajoute un excès d'acide. Les précipités lavés n'ont pas de saveur acide, mais bien une saveur sucrée pure, qui se développe au bout de quelque temps. Ils se dissolvent dans l'eau bouillante, et se prennent, par le refroidissement, en une gelée jaune transparente si la dissolution était concentrée. Ils se dissolvent aussi dans l'alcool ; ils brûlent sans résidu.

La matière sucrée de la réglisse se combine aussi facilement avec les *bases ;* il est, à cause de cela, très-difficile de la séparer des acides sans qu'elle retienne une portion des bases employées pour cet objet. Les combinaisons avec les alcalis se dissolvent bien dans l'eau, mais difficilement dans l'alcool ; lorsqu'elles sont exactement saturées, elles ne contiennent point trace d'acide carbonique, même lorsqu'on a employé les bases à l'état de carbonates, et leur saveur est purement sucrée sans mélange de saveur alcaline. Il est probable que ces combinaisons seraient plus efficaces sous le rapport médical, que le sucre de réglisse. Celles avec la baryte et la chaux sont solubles, et ne sont point précipitées par l'acide carbonique. La matière sucrée forme avec les acides métalliques des combinaisons insolubles. Versée dans une dissolution d'acétate de plomb, elle donne un précipité qui, décomposé par l'acide hydro-

Digitized by Google

sulfurique, forme un liquide noir dans lequel le sulfure de plomb reste en suspension ; ce serait, sans cela, un bon moyen d'obtenir la matière sucrée pure : on obtient la même matière du suc épaissi de réglissé ; mais elle est noire, et on ne peut la décolorer. Elle se combine non-seulement avec les acides et les bases, comme la matière sucrée jaune, mais encore avec les sels, tels que les sulfates de baryte, de chaux et de potasse. Elle précipite aussi plusieurs sels métalliques tant acides que basiques.

On retire d'une plante qui croît aux Antilles et qui est connue sous le nom de *abrus præcatorius* (1), une matière dont les propriétés sont tout à fait semblables à celles du sucre de réglisse, mais dont la saveur est plutôt amère que sucrée.

Le principe sucré de la racine de réglisse des bois (*polypodium vulgare*) est au contraire d'une nature tout-à-fait différente. L'acide sulfurique produit bien dans l'infusion de cette racine, au bout de quelque temps, un léger précipité, mais toute saveur sucrée disparaît par là, et on ne peut plus la rappeler. Le précipité devient jaune à l'air, et donne avec les alcalis une matière sans saveur sucrée. Si l'on sature avec du carbonate de potasse le liquide acide dans lequel le précipité s'est formé, et qu'on le laisse à l'air, il se dépose peu à peu par l'absorption de l'oxigène, une matière d'un violet foncé, insoluble dans l'eau. Le principe doux de la réglisse des bois paraît être une matière des plus décompo-

(1) C'est la même plante qui produit les pois durs, noirs ou rouges, avec lesquels on fait quelquefois des colliers.

Digitized by Google

sables. Il résiste à une longue ébullition, mais non aux agens chimiques. Lorsque, par exemple, on précipite une infusion de cette plante avec l'acétate de plomb, on ne trouve dans le précipité aucune matière sucrée; et la dissolution, débarrassée de plomb par l'acide hydro-sulfurique, et d'acide acétique par l'évaporation, donne un sirop presqu'incolore, d'une saveur douce, fade, qui ne possède plus les propriétés du sucre de la racine.

(*Annalen der Physik.* 1827.)

Sur *la Propriété qu'a l'Acide sulfurique de dissoudre, sans les oxider, les corps simples oxidables.*

Vogel de Bayreuth, en s'occupant de recherches sur l'acide sulfurique anhydre, avait observé que le soufre mis en contact avec cet acide lui communique une belle couleur bleue, qui passe au vert ou au brun par l'addition d'une plus grande quantité de soufre. L'eau précipite le soufre de ces combinaisons, et la chaleur les décompose. Il était très-probable que le soufre était simplement tenu en dissolution par l'acide sulfurique, et M. Magnus cite plusieurs autres exemples analogues qui ne laissent plus aucun doute.

Müller de Reichenstein a trouvé depuis long-temps que du tellure en poudre, arrosé d'acide sulfurique concentré, se dissout en un fluide parfaitement transparent, d'un beau rouge cramoisi, sans développement remarquable de gaz et sans odeur sensible d'acide sulfureux. Par une addition convenable d'eau, le tellure se

Digitized by Google

précipite en une poudre métallique d'un brun foncé presque noir. On peut conserver long-temps cette dissolution dans un vase fermé, sans altération; mais si elle peut attirer l'humidité, elle se change peu à peu en sulfate d'oxide de tellure, en exhalant continuellement l'odeur d'acide sulfureux. Ce changement s'opère facilement par le secours de la chaleur.

Le sélénium est aussi dissous par l'acide sulfurique; la dissolution est d'un très-beau vert, et quelques gouttes d'eau en précipitent le sélénium en rouge.

Le tellure et le sélénium se comportent donc comme le soufre avec l'acide sulfurique; seulement le soufre exige pour sa dissolution que l'acide soit anhydre. Ces trois corps s'oxident lorsque l'acide sulfurique attire peu à peu l'humidité, en exhalant l'odeur de l'acide sulfureux, et ils sont précipités si l'on ajoute l'eau brusquement. Enfin les trois dissolutions sont colorées; celle du soufre en bleu, en vert ou en brun, celle du tellure en rouge cramoisi, et celle du sélénium en vert.

L'iode, suivant Bussy, se dissout aussi dans l'acide sulfurique anhydre en lui communiquant une couleur d'un vert bleu.

Il suit de là que l'acide sulfurique a la propriété non-seulement de dissoudre les corps composés sans les oxider, comme Berzelius l'a montré pour les cyanures métalliques, et Vogel de Munich pour le sublimé, mais qu'il peut aussi dissoudre les corps simples, tels que le soufre et le sélénium pour les oxides desquels il n'a aucune affinité, et le tellure avec l'oxide duquel, au contraire, il forme une combinaison cristallisable.

(*Annalen der Physik.* 1827.)

Digitized by Google

Nouvelles *Recherches sur l'Endosmose et l'Exosmose.*

Par M. Dutrochet,
Correspondant de l'Académie royale des Sciences.

(Lu à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 17 mars 1828.)

Les expériences que j'ai communiquées, l'année dernière, à l'Académie des Sciences ont prouvé bien évidemment que l'endosmose n'est point due à l'attraction capillaire (1). Mes nouvelles observations achèveront de démontrer cette vérité, en même temps qu'elles prouveront que cette action est véritablement l'action fondamentale de la vie (2).

On sait que les liquides chauds s'élèvent moins dans les tubes capillaires que ces mêmes liquides froids. Ainsi l'eau chaude monte moins haut que l'eau froide; il en est de même de l'alcool, etc. Il résulte de là que l'augmentation de la température diminue la force de l'attraction capillaire : or, les expériences que j'ai répétées un grand nombre de fois m'ont prouvé que l'augmentation de la température accroît au contraire la force de l'endosmose. Il est donc bien évident que celle-ci ne dépend point du tout de l'attraction capillaire : elle est produite par un état électrique particulier, ainsi que je l'ai déjà annoncé, et ainsi que le prouveront de plus en plus les expériences suivantes.

---

(1) Voyez *Annales de Chimie et de Physique.* 1827.

(2) Voyez mon ouvrage intitulé : *L'Agent immédiat du mouvement vital dévoilé dans sa nature et dans son mode d'action chez les végétaux et chez les animaux.*

Digitized by Google

J'ai décrit dans mon ouvrage l'instrument que j'ai nommé *endosmomètre;* je le faisais avec une petite vessie surmontée d'un tube de verre. J'ai un peu modifié cet instrument, que je fais actuellement de la manière suivante : j'ai fait préparer un tube de verre terminé, d'un côté, par un large évasement semblable au pavillon d'une trompette. Je bouche l'orifice de cet évasement avec un morceau de vessie fixé solidement, au moyen d'une ligature; je remplis la cavité de l'évasement avec le liquide dont je veux éprouver la force d'endosmose, et je plonge cette partie évasée dans l'eau distillée. Le tube, resté vide, s'élève verticalement au dessus de l'eau et correspond à une planchette graduée. Si le liquide contenu dans l'endosmomètre est de nature à produire l'endosmose, on le voit bientôt monter dans le tube, et cela avec une vitesse proportionnelle à la force de l'endosmose. Si le liquide contenu dans l'endosmomètre n'est point de nature à produire l'endosmose, il n'y a aucune ascension du liquide dans le tube; et bien plus, si, par une addition de liquide, ce dernier se trouve élevé dans le tube, au dessus du niveau de l'eau, il ne tarde pas à s'abaisser; il filtre au travers de la vessie par l'effet de sa pesanteur. J'avais attribué cet abaissement du liquide à ce que ce dernier, au lieu de produire l'endosmose, aurait produit l'exosmose. Cela est vrai effectivement dans certaines circonstances, mais ne l'est pas dans celle qui nous occupe; ainsi, par exemple, lorsqu'on met dans l'endosmomètre une faible solution de gomme et qu'on plonge cet instrument dans une forte solution de gomme, il y a exosmose dans l'endosmomètre; le liquide intérieur

Digitized by Google

s'abaisse dans le tube, parce que le courant d'exosmose est plus fort que le courant d'endosmose, à raison de la densité plus grande du fluide extérieur ; mais lorsque c'est l'eau pure qui est le fluide extérieur, et que le liquide placé dans l'endosmomètre s'abaisse dans le tube, ce n'est plus un effet d'exosmose, c'est le simple résultat d'une filtration mécanique. Ainsi, lorsqu'on met dans l'endosmomètre de l'eau chargée d'acide sulfurique, ce liquide s'abaisse dans le tube. J'avais d'abord admis que l'acide sulfurique était un agent producteur d'exosmose, mais il n'en est rien, comme on peut s'en convaincre en faisant la contr'épreuve. Si en effet on met de l'eau pure dans l'endosmomètre, et qu'on plonge cet instrument dans l'eau chargée d'acide sulfurique, on voit l'eau s'abaisser de même dans le tube. Ces faits prouvent évidemment qu'il n'y a aucun courant d'endosmose ni d'exosmose dirigé de l'eau vers l'acide sulfurique, ni de l'acide sulfurique vers l'eau. Cependant cet acide, par sa supériorité de densité sur l'eau, devrait produire l'endosmose lorsqu'il est dans l'endosmomètre. S'il ne produit aucun effet, cela prouve que ses qualités chimiques le rendent complètement incapable de produire l'endosmose et l'exosmose ; bien plus, on trouve qu'il est ennemi de cette double action, car il tend à l'anéantir lorsqu'elle existe. Ainsi, si l'on mêle une petite quantité d'acide sulfurique à une solution de gomme que l'on introduit dans l'endosmomètre, ce liquide ne produit point d'endosmose, quoique la solution de gomme employée seule produise énergiquement cet effet ; le liquide gommeux, mêlé d'acide sulfurique, s'abaisse graduellement dans le tube de

Digitized by Google

l'endosmomètre. Si la quantité d'acide sulfurique est extrêmement petite, il reste encore un peu de force d'endosmose à la solution gommeuse ; aussi voit-on quelquefois cette solution acide, qui s'est abaissée d'abord dans le tube de l'endosmomètre, reprendre un peu de mouvement ascendant lorsque l'immersion prolongée de la vessie dans l'eau a dépouillé cette solution gommeuse d'une partie de l'acide qu'elle possédait primitivement. Ce fait très-important prouve qu'il y a des liquides *inactifs* par rapport à la propriété de produire l'endosmose, et que ces liquides peuvent communiquer leur état *inactif* aux liquides qui ont, à cet égard, des qualités contraires, c'est-à-dire qui sont des liquides *actifs*. J'ai expérimenté que les liquides animaux putréfiés sont *inactifs*. Placés dans l'endosmomètre environné d'eau pure, ils s'abaissent dans le tube, et cela malgré leur supériorité de densité sur l'eau. On peut établir comme fait général, que tous les liquides *actifs* miscibles à l'eau, soit liquides organiques, soit liquides chimiques, se comportent comme des liquides plus denses que l'eau pure, lorsqu'ils sont séparés de cette dernière par une cloison perméable, c'est-à-dire qu'ils sont tous des agens producteurs d'endosmose. Ce n'est jamais vers le côté occupé par l'eau qu'est dirigé le plus fort des deux courans qui constituent par leur assemblage l'endosmose et l'exosmose. Ainsi aucun liquide *actif* mis en rapport avec l'eau pure n'est agent producteur d'exosmose. Toutes les fois donc que l'on verra un liquide s'abaisser dans le tube de l'endosmomètre, dont la vessie est plongée dans l'eau pure, on pourra en conclure que ce liquide intérieur est *inactif*. Son

Digitized by Google

abaissement dans le tube sera le simple résultat de sa filtration descendante par l'effet de la pesanteur. Ici je dois relever une erreur dans laquelle je suis tombé. L'observation de la manière dont se comporte l'acide sulfurique m'avait fait penser que les acides étaient des agens producteurs d'exosmose ; mais il n'en est rien. Le vinaigre, l'acide nitrique, l'acide hydro-chlorique, placés dans l'endosmomètre environné d'eau pure, produisent l'endosmose ; l'acide hydro-chlorique surtout produit une endosmose très-énergique.

Nous venons de voir que par rapport à la propriété de produire l'endosmose et l'exosmose, il y a des liquides *actifs* et des liquides *inactifs* ; nous allons voir actuellement qu'il y a aussi des solides *actifs* et des solides *inactifs*. Ce fait, de la plus haute importance, m'avait échappé lors de mes premières recherches.

J'ai prouvé dans mon Ouvrage que l'on obtient l'effet d'endosmose en mettant de l'eau pure en dedans comme en dehors de l'endosmomètre bouché avec une membrane organique, mais en faisant correspondre l'eau intérieure avec le pôle négatif de la pile voltaïque, et l'eau extérieure avec le pôle positif. Il s'agit actuellement de savoir si, une plaque poreuse minérale quelconque étant substituée dans cette expérience à la membrane organique, on obtiendrait le même résultat. J'ai rapporté dans mon Ouvrage des expériences faites dans ce sens, qui prouvent qu'on n'obtient aucune élévation de l'eau au dessus de son niveau par le moyen de l'électricité de la pile, lorsqu'on remplace la membrane organique de l'endosmomètre par des plaques poreuses de grès ou de chaux carbonatée ; mais les plaques d'ar-

Digitized by Google

gile cuites se comportent d'une manière toute différente. J'ai fermé l'évasement terminal d'un endosmomètre avec une plaque d'argile de 9 millimètres d'épaisseur; j'ai mis de l'eau distillée dans l'intérieur de l'endosmomètre, qui a été plongé lui-même dans l'eau distillée; ensuite j'ai mis l'eau intérieure en relation avec le fil conjonctif négatif de la pile, l'eau extérieure étant en contact avec le fil conjonctif positif. L'introduction de l'eau au travers de la plaque d'argile devint de suite très-rapide, l'eau intérieure eut bientôt atteint le niveau de l'eau extérieure; elle entra dans le tube où son ascension s'opéra avec rapidité. Cette ascension de l'eau dans le tube dura tant que continua l'action de la pile. Cette expérience me prouva que les solides poreux alumineux sont aptes, comme les membranes organiques, à opérer l'impulsion de l'eau sous l'influence d'un courant électrique dirigé du pôle positif au pôle négatif. Ainsi ces solides présentent, comme les membranes organiques, le phénomène de l'endosmose par le moyen de l'électricité de la pile. Il s'agit actuellement de savoir si ces divers solides minéraux sont susceptibles de présenter, comme les membranes organiques, le phénomène de l'endosmose par le moyen du contact de leurs faces opposées avec des liquides homogènes. J'ai luté à un endosmomètre une plaque de grès tendre, de 4 millimètres d'épaisseur, et ayant mis une solution de gomme arabique dans son intérieur, je l'ai plongée dans l'eau pure; il ne s'est manifesté aucune endosmose; le liquide gommeux intérieur ne s'est point élevé dans le tube au dessus du niveau extérieur. J'ai remplacé la plaque de grès par une plaque de carbonate

Digitized by Google

calcaire poreux de 8 millimètres d'épaisseur ; je n'ai obtenu de même aucun effet d'endosmose. Pensant que cette absence de l'effet d'endosmose pouvait provenir de la trop grande épaisseur de mes plaques poreuses, j'ai placé sur mon appareil une plaque de carbonate calcaire poreux de 8 millimètres d'épaisseur. Je n'ai encore obtenu aucun effet d'endosmose. C'est sans plus de succès que j'ai fait usage d'une plaque de plâtre non cuit (chaux sulfatée calcarifère) de 4 millimètres d'épaisseur. J'ai employé, dans la même vue, avec aussi peu de succès, la chaux sulfatée cristallisée, qui, comme on sait, se divise en lames extrêmement minces ; mais ici le défaut d'endosmose pourrait être attribué à ce que ces lames de substance cristallisée ne seraient pas perméables.

J'étais porté à croire que les résultats négatifs qui m'étaient donnés par toutes ces expériences provenaient de l'épaisseur trop considérable de mes plaques poreuses ; il était impossible d'obtenir ces plaques aussi minces que le sont les membranes organiques, et il me paraissait probable que c'était au rapprochement considérable des deux liquides hétérogènes qu'était due la production de l'électricité qui opérait l'endosmose. Dans cette idée, je tâchai à me procurer des plaques poreuses minérales extrêmement minces. L'ardoise me parut propre à remplir mes vues à cet égard. Au moyen d'une légère calcination, on rend l'ardoise facile à se diviser en feuillets extrêmement minces. J'obtins, de cette manière, une plaque d'ardoise qui n'avait guère qu'un demi-millimètre d'épaisseur. Je l'adaptai à mon appareil, et l'expérience ayant été faite, comme cela est dé-

Digitized by Google

crit ci-dessus, j'obtins un effet d'endosmose très-évident, quoique très-faible; le peu de perméabilité de l'ardoise pour l'eau était la cause de cette faiblesse de l'effet d'endomose. Encouragé par ce succès, je préparai une plaque d'argile blanche cuite, d'un millimètre d'épaisseur, et je l'adaptai à mon appareil : j'obtins une endosmose assez énergique et peu différente de celle que j'aurais obtenue dans le même cas avec une membrane organique. Dès-lors il fut prouvé que certains corps inorganiques sont susceptibles d'opérer l'endosmose par le moyen des liquides hétérogènes, de la même manière que les membranes organiques. J'essayai d'adapter à mon appareil une plaque d'argile blanche cuite, d'un centimètre d'épaisseur; j'obtins une endosmose assez rapide, ce qui me surprit beaucoup. J'adaptai à mon appareil une autre plaque d'argile d'un centimètre et demi d'épaisseur, j'obtins encore de l'endosmose, mais elle était très-faible ou très-lente; ce qui doit être attribué à ce que l'épaisseur de la plaque poreuse avait diminué sa perméabilité. Ces faits me désabusèrent complètement de l'idée qui m'avait été suggérée par mes expériences précédentes, touchant la nécessité prétendue de la très-petite épaisseur que devaient posséder les plaques poreuses pour opérer l'endosmose. Il m'était démontré par là que ce n'était point par le fait de leur épaisseur trop considérable, que les plaques de grès, de chaux carbonatée et de chaux sulfatée, n'avaient point opéré l'endosmose, mais que cela dépendait exclusivement de la nature chimique de ces plaques poreuses. Or, il est à remarquer que ces dernières expériences sont parfaitement concordantes avec celles que

Digitized by Google

nous avons rapportées plus haut, touchant la propriété que les solides alumineux possèdent seuls parmi les solides minéraux d'opérer l'endosmose par le moyen de l'électricité de la pile; ces mêmes solides possèdent seuls aussi la propriété d'opérer l'endosmose par le moyen du contact des liquides hétérogènes, car l'ardoise, qui l'opère comme l'argile, est de même un solide alumineux. Ce fait ne peut plus laisser aucun doute sur la cause du phénomène de l'endosmose; cette cause est indubitablement l'électricité. L'attraction capillaire est évidemment étrangère à ce phénomène, puisque les plaques poreuses, à base siliceuse et à base calcaire, ne peuvent le produire, malgré leur capillarité. Ces derniers solides sont, par rapport à l'endosmose, des solides *inactifs*; ces solides alumineux et les solides organiques sont les seuls que l'on connaisse encore, comme étant des solides *actifs* par rapport à l'endosmose. Je n'ai point expérimenté, à cet égard, l'effet des solides magnésiens, ni celui des solides de baryte ou de strontiane. En définitive, ces expériences nous prouvent que les cloisons perméables qui séparent les liquides hétérogènes, possèdent une action qui leur est particulière dans la production de l'endosmose. Les solides que j'appelle *actifs* sont seuls aptes à exercer cette action qui n'est point accordée aux solides *inactifs*. Les membranes organiques sont éminemment *actives* sous ce point de vue, mais elles ne jouissent de cette propriété, dans toute sa plénitude, que dans l'*état sain*. J'ai prouvé que, lorsque ces membranes se putréfient, elles perdent une partie de leur propriété d'exercer l'endosmose; elles tendent alors vers l'état *inactif*. Nous avons vu plus haut

Digitized by Google

que, par rapport à l'endosmose, les liquides se divisaient aussi en liquides *actifs* et en liquides *inactifs*; nous avons vu que les liquides organiques éminemment *actifs*, dans l'état sain, devenaient *inactifs* en se putréfiant. Ainsi, l'expérience prouve que, par rapport à l'endosmose, il y a des solides *actifs* et des solides *inactifs*, et même que les solides *actifs* peuvent posséder cette propriété d'*activité* à un degré plus ou moins éminent, et cela suivant leur composition chimique. L'expérience prouve de même qu'il y a des liquides *actifs* et des lipuides *inactifs*, et que les liquides *actifs* peuvent posséder la qualité d'*activité* à un degré plus ou moins éminent, et cela suivant leur densité ou leur composition chimique. Ainsi l'endosmose résulte de l'influence réciproque des liquides *actifs* sur les solides *actifs*, et des solides *actifs* sur les liquides *actifs*. Il suffit qu'un seul de ces élémens d'action soit *inactif*, pour que l'endosmose n'ait point lieu. Ainsi, par exemple, tout étant disposé convenablement pour l'endosmose, cette action sera suspendue par l'addition d'un peu d'acide sulfurique aux liquides, parce que cet acide est un liquide *inactif*. Ce sera de même en vain que les deux liquides hétérogènes seront *actifs*, si la cloison perméable qui les sépare est *inactive* : il n'y aura point d'endosmose. Ainsi il demeure démontré que ce phénomène résulte de deux actions combinées, 1° de l'action des liquidss sur le solide, 2° de l'action du solide sur les liquides. Ces deux actions qui sont indubitablement des actions électriques, ont évidemment leur siége dans l'épaisseur ou dans la substance même de la cloison perméable, qui constitue le solide *actif*. C'est

Digitized by Google

un phénomène *capillo-électrique*, ou d'*électricité intra-capillaire*. Cela nous apprend pourquoi cette électricité ne se manifeste point au galvanomètre; elle n'est point du tout extérieure, c'est dans des voies capillaires que s'opère le développement de cette électricité impulsive, et cet état électrique est donné aux voies capillaires de deux manières, 1° par l'action des deux pôles opposés de la pile sur les deux faces opposées de la cloison perméable *active*; 2° par le contact de deux liquides hétérogènes *actifs* sur les deux faces opposées de cette même cloison. Ainsi, c'est l'influence du contact des liquides sur le solide qui communique à ce dernier l'état *capillo-électrique*, et c'est l'influence du solide *capillo-électrisé* sur les liquides qui leur communique l'impulsion.

Les applications de ces découvertes à la physiologie sont tellement directes et tellement évidentes, qu'il est impossible de ne pas les apercevoir, à moins de fermer volontairement les yeux. Jetons un coup-d'œil sur la théorie générale de la vie (1).

---

(1) Notre Journal n'étant pas consacré à la physiologie, nous sommes obligés de supprimer cette section du Mémoire, quelque intérêt qu'elle puisse offrir d'ailleurs.

Digitized by Google

Sur *les Changemens de formes cristallines qui sont produits par différens degrés de température dans les sulfates et les séléniates.*

Par Mr E. Mitscherlich.

Long-temps avant que l'on connût les rapports qui lient les lois des proportions définies aux formes cristallines des corps, Berzelius avait déjà établi, d'après les principes de sa Théorie des proportions chimiques, que la chaux, la magnésie, l'oxidule de fer, l'oxidule de manganèse, l'oxide de cuivre, l'oxide de nickel, l'oxide de cobalt, l'oxide de zinc, l'oxide de plomb, la baryte et la strontiane contiennent un égal nombre d'atomes de métal et d'oxigène. Depuis, les observations sur les arséniates et les phosphates ayant prouvé d'une manière décisive que la forme cristalline des corps dépend du nombre de leurs atomes, et cette loi ayant été ensuite vérifiée sur les onze oxides que je viens de citer, mais avec ce résultat particulier, que les huit premiers oxides appartiennent à une classe de corps isomorphes, et les trois derniers à une autre, je m'occupai de rechercher la cause pour laquelle il existait deux séries d'oxides isomorphes avec un égal nombre d'atomes. Déjà ce problème se trouvait résolu pour les phosphates et les arséniates, puisque le phosphate acide de soude, sans changer de composition, affecte deux formes différentes. Ce dernier résultat devint encore plus positif lorsqu'il fut démontré qu'un corps simple, le soufre, prend par la fusion une forme entièrement différente de celle qu'il prend par la cristallisation dans un

Digitized by Google

liquide, par exemple, dans le sulfure de carbone. Il est de toute évidence que si ce phénomène a lieu dans un corps simple, on doit, à plus forte raison, l'observer en comparant des corps composés, chimiquement différens, et contenant un égal nombre d'atomes; et comme ces onze oxides indiqués, tous avec le même nombre d'atomes, présentent cette circonstance particulière, que, dans les huit premiers, les atomes ne sont pas arrangés comme dans les trois derniers, il peut arriver des cas où toutes les combinaisons des onze oxides appartiendront à une même classe, et d'autres où ces oxides appartiendront à des groupes différens. C'est ce que des recherches ultérieures ont pleinement confirmé. La chaux carbonatée, à l'état d'arragonite, appartient à la classe des carbonates de baryte, de strontiane et de plomb, et à l'état de spath calcaire, à la première classe. L'apatite (phosphate de chaux avec fluorure ou chlorure de calcium) est isomorphe avec le phosphate ou l'arséniate de plomb (phosphate ou arséniate de plomb avec chlorure de plomb). L'hypo-sulfate de chaux est isomorphe avec l'hypo-sulfate de strontiane et l'hypo-sulfate de plomb; tandis que, dans les combinaisons de la silice avec les quatre premières bases de la première série, savoir, la chaux, la magnésie, l'oxidule de fer et l'oxidule de manganèse, la chaux se substitue aux autres bases dans un rapport quelconque, sans altérer la forme. Depuis beaucoup d'années je me suis occupé de la cristallisation de la plupart des corps simples et composés qui ont le plus d'importance, et j'ai rassemblé un grand nombre d'observations parmi lesquelles je choisirai les combinaisons de l'acide sul-

Digitized by Google

furique et de l'acide sélénique avec les oxides de la première série, pour donner une idée simple de ce qui se passe lorsque la cristallisation s'opère à des températures différentes. Pour plus de facilité, je ne donnerai ici ni la quantité d'eau de cristallisation, ni les angles des cristaux, ou leurs formes secondaires, me proposant d'en faire l'objet d'un Mémoire particulier.

La première observation qu'un sel retient des quantités différentes d'eau de cristallisation, lorsqu'il cristallise à des températures différentes, est due à Haidinger, qui a vu que le sulfate de soude, lequel, à la température ordinaire, cristallise avec une quantité d'eau déterminée, cristallise sans eau à la température de 33°. Il a aussi observé que les dissolutions de sulfate de zinc et de sulfate de magnésie donnent, à une température élevée, des cristaux isomorphes, d'une autre forme que ceux qu'on en obtient à une température ordinaire.

Le sulfate et le séléniate de soude cristallisent sans eau à environ 33°, température à laquelle leur solubilité est la plus grande, et prennent la même forme que le sulfate et le séléniate d'argent; à une température ordinaire, le sulfate, le séléniate et le chromate de soude cristallisent dans la forme connue du sulfate de soude hydraté. Les sulfates de zinc, de nickel et de magnésie, les séléniates de zinc et de magnésie cristallisent, les deux derniers à une température au dessous de 15°, les trois premiers plusieurs degrés au dessus, en formes isomorphes qui appartiennent au système prismatique.

Le sulfate de nickel, le séléniate de zinc et le séléniate de nickel cristallisent en formes isomorphes, qui

Digitized by Google

sont des octaèdres à base carrée, les deux premiers à une température entre 15 et 20 degrés, et le troisième à la température ordinaire de l'atmosphère. On observe même que les autres cristaux du sulfate de nickel, qui appartiennent au système prismatique (1), se changent en cette forme d'octaèdres à base carrée d'une manière très-remarquable. En effet, lorsqu'on expose les cristaux prismatiques dans un vase fermé, en été, à la lumière solaire, les particules changent de position dans la masse solide, sans que l'état fluide ait lieu; et lorsque, au bout de quelques jours, on brise les cristaux dont la forme extérieure n'est point changée, on les trouve composés d'octaèdres à base carrée qui ont quelquefois la grosseur de quelques lignes. J'ai même pu mesurer exactement les angles des octaèdres à base carrée dont ces cristaux prismatiques, ainsi changés en pseudocristaux, sont composés. Si on place du séléniate de zinc prismatique sur un papier frappé par le soleil, et si, peu d'instans après, on brise les cristaux, on remarque qu'ils sont formés d'un assemblage d'octaèdres à base carrée. Je ne connais jusqu'à présent le séléniate de nickel que sous la forme d'octaèdre à base carrée. Brooke dit que l'on obtient le sulfate de nickel sous cette forme, lorsqu'on ajoute à la dissolution du sel un excès d'acide sulfurique. Cependant cela n'ar-

(1) Ce système cristallin, que l'auteur nomme ici *prismatique*, d'après M. Mohs, correspond aux octaèdres à base rectangle et aux octaèdres à base rhombe, de Haüy. On a donné à ce système le nom de *prismatique*, à cause de la quantité de prismes auxquels il donne naissance par les allongemens et les modifications.

Digitized by Google

rive pas toujours ; car je n'ai jamais pu obtenir d'une dissolution très-saturée d'acide sulfurique que des cristaux prismatiques, mais qui se changeaient en octaèdres à base carrée dans un air chaud de 20 à 30 degrés, hors l'action du soleil ; car le soleil n'agit seulement que par sa chaleur. Wöhler a fait cette observation pour le mellitate d'ammoniaque.

En faisant cristalliser le sulfate de magnésie et le sulfate de zinc et de nickel dans une dissolution chauffée un peu au dessus de 30°, le séléniate de magnésie et le séléniate de cobalt à une température un peu au dessus de 15°, et le sulfate de cobalt, en soumettant à une température de 15 à 20 degrés une dissolution concentrée par une température au dessus de 30 degrés, on obtient des cristaux isomorphes dont la forme est hémiprismatique, et qui, tant sous le rapport des formes secondaires que sous celui des angles, ont une grande ressemblance avec les cristaux du sulfate de fer.

C'est sur le sulfate de magnésie que j'ai remarqué pour la première fois le changement de forme d'un corps solide, ou plus exactement le changement de position de ses atomes, sans que l'état liquide ait lieu (1). Si l'on

(1) Et c'est bien par hasard que j'ai fait cette observation. J'avais trouvé que le gypse, en ce qui concerne sa double réfraction, devient un cristal à un axe à une température de 92°, et qu'il appartient alors à la même classe que le spath calcaire, l'idocrase, le béril, etc. ; et voulant m'assurer si un des principes du gypse n'en était pas la cause, particulièrement la quantité d'eau, je fis parmi les substances hydratées quelques essais sur le sulfate de magnésie, et je trouvai que sa double réfraction n'éprouvait que très-peu de changement en comparaison de celle du gypse, quoique la

Digitized by Google

chauffe lentement ce sel ou le sulfate de zinc dans l'alcool et qu'ensuite on porte à l'ébullition, les cristaux perdent peu à peu leur transparence ; et lorsqu'on les brise, on les trouve formés d'un grand nombre de nouveaux cristaux dont la forme est entièrement différente de celle du sel employé.

Les résultats fournis par ces composés et par le sulfate de nickel prouvent que les atomes des corps solides, lorsqu'il survient certaines circonstances qui rendent nécessaire un autre arrangement des molécules (une autre forme cristalline) peuvent se déplacer les uns par rapport aux autres. Ce phénomène se présente aussi très-souvent en géologie, et dans les corps vitreux (*glasigen*) comme, par exemple, dans l'acide arsénieux, qui, au bout d'un certain temps, devient tout-à-fait terreux, et dans les cristaux transparens de soufre fondu qui perdent leur transparence au bout de quelque temps.

Le séléniate de zinc m'a donné dans la même dissolution trois formes différentes ; premièrement, dans une dissolution chaude, la forme ordinaire du sulfate de manganèse, en suite l'octaèdre à base carrée, et enfin, à une très-basse température, la forme prismatique. Pendant que la dissolution se refroidissait, il se formait en même temps des cristaux de forme octaèdre à base carrée et d'autres de forme tétarto-prismatique (1);

---

quantité d'eau soit beaucoup plus grande dans ce sel magnésien. Jusqu'à 56°, la réfraction change très-régulièrement ; mais, à ce terme, le cristal devient opaque, et le changement de forme se manifeste. Cette expérience a été faite dans de l'huile échauffée.

(1) Ce système *tétarto-prismatique* (Mohs) indique les

Digitized by Google

mais si la température à laquelle les premiers peuvent se former restait long-temps la même, les derniers se dissolvaient peu à peu et grossissaient les autres. On sait que lorsqu'il se forme dans une dissolution un grand nombre de cristaux, ils se transforment peu à peu en quelques cristaux d'un grand volume, parce que, pendant l'accroissement naturel de la température du jour, il se dissout quelques cristaux qui, la nuit, grossissent ceux qui n'ont pas été dissous. Il est également facile d'expliquer l'accroissement de certains cristaux par la dissolution de ceux d'une autre forme, en faisant attention que ceux-ci, pouvant se combiner avec une plus grande quantité d'eau, deviennent plus solubles; et en effet, les cristaux tétarto-prismatiques contiennent moins d'eau que les octaèdres. J'ai encore observé un phénomène remarquable dans la combinaison que j'ai considérée comme de l'iodite de soude. Si l'on arrose des cristaux d'iodate de soude (1) qui se soient formés à une température d'environ 5°, avec une dissolution passablement concentrée d'iodure de sodium, ils se changent peu à peu en iodite de soude, pourvu qu'il reste toujours une certaine quantité de cristaux solides dans la dissolution, et que la température de l'air ne s'élève pas jusqu'à 15° et au-delà.

---

cristaux qui dérivent d'un prisme quadrangulaire à base oblique inégalement inclinée sur les faces latérales, comme ceux du sulfate de cuivre, etc.

(1) L'iodate de soude prend aussi des formes différentes selon la température; à 10° et au dessus, il cristallise en petites fibres qui se groupent en mamelons; à 5° et au dessous, en beaux cristaux transparens, qu'on peut facilement déterminer et mesurer.

Digitized by Google

Le sulfate de fer et le sulfate de cobalt, à la température ordinaire de l'air, le séléniate de cobalt, à une température au dessous de 10°, et le sulfate de manganèse au dessous de 5°, cristallisent en cristaux isomorphes de la forme connue du sulfate de fer.

Je n'ai pu obtenir le séléniate et le sulfate de cuivre que sous la forme ordinaire du dernier (1). Si l'on chauffe trop fortement une dissolution concentrée de séléniate de cuivre, on obtient un séléniate de cuivre basique.

Le séléniate et le sulfate de manganèse, le séléniate de zinc et le séléniate de cobalt, cristallisent, les deux premiers à une température d'environ 5°, les deux derniers à une température de 30° à 40°, en cristaux isomorphes, qui appartiennent au système tétarto-prismatique, et qui, tant sous le rapport des faces secondaires que sous celui des angles, ont de la ressemblance avec la forme du sulfate de cuivre.

Le sulfate de fer donne, à une température d'environ 80°, des cristaux qui appartiennent au système prismatique; ce n'est que dans ce sel que j'ai pu observer cette forme. On l'obtient soit en laissant cristalliser une dissolution chaude dans un vase entouré de sable chaud, soit en faisant bouillir avec de l'alcool de

(1) J'ai autrefois avancé que le sulfate de manganèse est isomorphe avec le sulfate de cuivre; j'avais en effet obtenu des cristaux qui présentaient cet isomorphisme, mais il ne m'est plus arrivé depuis d'obtenir le sulfate de manganèse pur autrement que sous deux genres de forme, savoir; sous sa forme ordinaire, à l'égard de laquelle Beudant remarque avec raison qu'elle est entièrement différente de celle du sulfate de cuivre, ou bien sous la forme du sulfate de fer.

Digitized by Google

gros cristaux de sulfate de fer. La forme extérieure du sel reste ordinairement la même ; mais si on brise les cristaux, on y trouve des espaces creux dans lesquels les nouveaux cristaux se sont formés, l'eau s'étant échappée pendant ce changement.

Le sulfate et le séléniate de chaux ne prennent dans une dissolution aqueuse, que la forme connue du gypse. Je n'ai eu aucune occasion de fondre le séléniate ; le sulfate de chaux fondu a la forme de l'anhydrite (1).

Les acétates présentent des exemples semblables. L'acétate de strontiane, que l'on fait cristalliser à la température ordinaire (environ 15°), contient une quantité d'eau dont l'oxigène est à celui de la strontiane comme 1 : 2 ; mais à une température plus basse, le sel contient huit fois plus d'eau, et il fond alors à 20° dans son eau de cristallisation, comme le chromate de soude, isomorphe avec le sulfate de soude, qui fond sur la main. L'acétate de baryte, cristallisé à 15° environ et au dessus, contient une quantité d'eau dont l'oxigène est égal à celui de la baryte ; mais cristallisé au dessous de 15°, il contient trois fois plus d'eau, et il est alors isomorphe avec l'acétate de plomb qui contient la même quantité d'eau.

Le phosphate et l'arséniate de soude cristallisent aussi avec des quantités d'eau différentes en faisant varier la température. Dans une Dissertation sur les arséniates et les phosphates, j'ai décrit ces cristaux comme des arsé-

(1) Je dois de très-beaux cristaux de sulfate de chaux fondu à M. Frick, qui les a obtenus en fondant le sel dans un creuset de platine, au four à porcelaine.

Digitized by Google

niates ou des phosphates doubles de potasse et de soude; mais plus tard, j'ai trouvé que la potasse y est seulement mélangée. La description cristallographique de Haidinger, et la détermination de l'eau de cristallisation par Gmelin et Clarke s'accordent à peu près avec ce que j'avance. Je décrirai bientôt plus amplement ces phosphates et ces arséniates.

(*Annalen der Physik.* 1827.)

Notes *sur les Apparences électriques de* Priestley.

Par Mr L. Nobili de Reggio.

Priestley, en étudiant les effets des décharges électriques, observa que ces décharges, en passant plusieurs fois d'une pointe sur une lame de métal, produisent sur cette dernière plusieurs anneaux colorés. Ce fait pouvait paraître analogue, au premier aperçu, à quelques-unes des apparences que j'ai obtenues avec la pile, et ce ne fut pas sans raison que les rédacteurs des *Annales de Chimie et de Physique* le rappellèrent à l'occasion de mon premier travail sur les apparences électrochimiques. (*An. de Chim. et de Phys.*, tom. xxxiv, pag. 192, mars 1827.)

Néanmoins l'examen de deux circonstances peut facilement convaincre que les deux espèces d'apparences diffèrent essentiellement entre elles. Les apparences obtenues par Priestley avec l'électricité ordinaire, sont les mêmes des deux côtés négatifs et positifs. Celles qu'on

Digitized by Google

obtient avec la pile sont, au contraire, différentes. Ces dernières sont évidemment produites par deux causes, c'est-à-dire, par les élémens électro-positifs et électro-négatifs du liquide interposé qui se séparent sous l'action du courant voltaïque, et vont, ainsi séparés, couvrir de cercles plus ou moins étendus les lames destinées à les recevoir. Il n'y a, au contraire, dans les apparences de Priestley aucun liquide interposé entre la pointe et la lame, et sa coloration dépend d'une circonstance qui agit également des deux côtés positif et négatif de la décharge. Malgré cette différence si essentielle entre les deux espèces d'apparences, il était de mon devoir de répéter l'expérience du physicien anglais et de l'étudier de nouveau, ne fût-ce que pour éclaircir la nature du phénomène. Je la répétai donc le plus tôt possible sur quatre espèces de lames; les unes étaient de cuivre, les autres d'acier, d'argent et de platine. Chaque lame fut exposée à l'action d'une trentaine de décharges; la distance entre la lame et la pointe était environ d'une demi-ligne; la batterie consistait en huit grands vases qui présentaient en tout une armure de 14 pieds carrés environ, et la tension de la charge, mesurée par un graduateur de Henley, était portée chaque fois de 15 à 20 degrés. Chaque lame se colora devant la pointe, qu'elle fût négative ou positive, dans un espace circulaire de deux à trois lignes de diamètre. Le centre était presque creusé et tout pointillé et granuleux, de manière que l'on voyait que la matière avait un principe de fusion : les anneaux colorés entouraient la petite cavité centrale, mais ils n'étaient bien distincts et vraiment prismatiques que sur le cuivre. Sur l'ar-

Digitized by Google

gent et le platine, ils avaient des teintes très-faibles ; sur l'acier, les couleurs étaient plus vives, mais cependant non comparables à celles du cuivre. Je conserve quelques-unes de ces apparences depuis trois mois, et il ne me semble pas qu'elles aient souffert pendant cet intervalle. Priestley dit avoir obtenu plusieurs successions d'anneaux colorés ; je n'en ai obtenu qu'une seule, quoique j'aie multiplié les décharges jusqu'au nombre de quarante. Peut-être ma batterie était trop petite pour cet effet : celle de Priestley avait 22 pieds de surface. Sachant qu'entre les métaux qui se colorent en se refroidissant après avoir été exposés à l'action d'une forte chaleur, le cuivre et l'acier sont justement du nombre de ceux qui présentent les plus belles gradations de couleurs, il est bien naturel de supposer que telle est l'origine des couleurs observées par Priestley.

Le commencement de fusion que la matière de la lame souffre là où elle est directement frappée par les décharges électriques, démontre assez clairement combien est intense la chaleur qui se développe à cette place, et il n'y a pas de raisons pour ne pas la supposer capable de produire sur le cuivre et l'acier l'effet dont on parle. Mais devra-t-on présumer de même des autres métaux qui, comme l'argent et le platine, ne se colorent pas sous l'action de la chaleur ordinaire ? Pourquoi non, si la chaleur qui se développe lors des explosions électriques, est plus forte et plus concentrée qu'elle ne l'est dans les cas ordinaires. Cette cause est la même dans les deux parties de la batterie, et doit, conformément à l'expérience, produire de chaque côté le même effet. Pour avoir les apparences positive et né-

Digitized by Google

gative, il n'est pas nécessaire de faire deux expériences différentes ; on les obtient simultanément en faisant usage d'une disposition analogue à celle dont je me sers pour avoir en même temps les deux apparences électro-chimiques sur une même lame (*Annales de Chimie*, tom. xxxvi). Priestley, avec la décharge d'une batterie de 40 pieds carrés, obtint autour de la cavité centrale un autre accident.

Il trouva ce centre au milieu d'un petit espace couvert d'une poudre noirâtre ; au-delà de cet espace voilé il observa un cercle formé d'autant de petits points ou cavités fondus comme ceux du centre. Avec des décharges plus fortes, il réussit à produire deux et même trois cercles concentriques de la même nature, séparés par des intervalles où il ne paraissait aucune trace de fusion. Ce fait même semble avoir ses correspondans dans les apparences électro-chimiques, dans les alternatives de cercles plus ou moins obscurs que j'ai observés dans les premiers résultats de mes expériences (*Annales de Chim. et de Phys.*, tom. xxxiv, pag. 291, 292). Je n'ai pas répété cette autre expérience de Priestley, à défaut d'une batterie assez énergique ; malgré cela, il me semble que, même dans ce cas, l'analogie est plus apparente que réelle, parce que l'alternative de cercles plus ou moins obscurs produits par la pile, paraît dépendre de la manière dont les cercles de diverses natures qui sont transportés sur les lames par le courant voltaïque, s'enchâssent et se recouvrent mutuellement. Telle est l'opinion que, dans ce moment, je crois la plus probable ; je la mentionne, toutefois, sans y mettre d'importance, et seulement pour montrer jus-

Digitized by Google

qu'où la différence entre les deux espèces d'effets peut s'étendre. Du reste, l'alternative de cercles frappés et non frappés par les décharges de Priestley, est un résultat assez curieux, qui mérite d'être étudié de nouveau avant qu'on doive se livrer à aucune conjecture sur la cause de ce phénomène (*Bibl. univ.*, janv. 1828).

Sur *la Gélatine et l'Albumine végétales.*

Par Mr J. J. Berzelius.

On sait que Beccaria a trouvé, dans le froment, un principe particulier glutineux que l'on obtient en pétrissant sa farine dans l'eau, et auquel il a donné le nom de *gluten*. Dans le compte rendu pour 1821, j'ai rapporté les essais que Taddei a faits sur cette matière, et d'après lesquels il croit y avoir trouvé deux nouveaux principes particuliers, qu'il a appelés *gliadine* et *zymôme*. Les autres graminées ne donnent aucun principe semblable au gluten de Beccaria. Mais Einhof, dans son analyse remarquable du seigle, de l'orge et des pois, a fait voir que ces semences contiennent une matière très-analogue au gluten du froment, mais qui se dissout dans l'eau pendant qu'on les manipule. J'ai eu occasion de faire des essais sur le gluten de Beccaria, et j'ai trouvé que Taddei n'a fait que donner deux noms nouveaux à des principes connus et ordinaires des plantes, particulièrement des semences des graminées.

Digitized by Google

Si l'on fait bouillir avec de l'alcool le gluten de Beccaria, tant que ce liquide se trouble par le refroidissement, on sépare une portion remarquable de la masse. Si l'on mêle avec de l'eau cette dissolution spiritueuse et qu'on la distille, le liquide aqueux restant dans la retorte laisse déposer, par le refroidissement, une matière glutineuse cohérente, tout-à-fait semblable au gluten. C'est la gélatine végétale, le gluten, de même nature que la matière que l'on sépare, d'après la méthode d'Einhof, du seigle ou de l'orge. La matière insoluble dans l'alcool, encore humide, est demi-transparente, et si semblable à l'albumine animale, qu'on ne saurait distinguer, d'après la seule apparence, si c'est l'albumine végétale, ou, comme Wahlenberg la nomme avec raison, le *blanc* des graines. L'alcali caustique, en dissolution faible et froide, dissout l'albumine végétale et laisse les filamens et l'amidon qu'elle contient encore. Voici quelles sont les propriétés principales de la gélatine végétale. Cette matière, telle qu'on l'obtient après l'évaporation de l'alcool, du liquide restant, est d'un jaune grisâtre, adhérente, glutineuse et très-élastique; elle n'a aucune saveur, mais une odeur particulière. Dans un air sec, elle devient brillante à sa surface, et se dessèche peu à peu en une masse d'un jaune foncé entièrement transparente, semblable à une matière animale sèche. Elle se dissout dans l'alcool avec une couleur d'un jaune pâle, et reste après l'évaporation de ce liquide, sous la forme d'un vernis jaune transparent. Par le traitement de la gélatine végétale avec l'alcool froid, on obtient un fluide laiteux, et il reste une matière blanche visqueuse. Cette matière n'est

Digitized by Google

point de la gélatine végétale ; elle est dissoute par l'ébullition, mais le liquide devient laiteux par le refroidissement. Si l'on dissout à chaud la gélatine végétale dans l'esprit de vin faible, elle s'en précipite par le refroidissement en conservant sa glutinosité ; elle se dissout dans le vinaigre en laissant une matière blanche visqueuse que l'acide ne dissout même pas par l'ébullition, mais qui passe en partie à travers le filtre. Précipitée de sa dissolution dans le vinaigre par un alcali, elle conserve son état glutineux. Avec les acides minéraux, elle forme une combinaison glutineuse insoluble dans l'eau qui, lorsque l'excès d'acide a été enlevé, se dissout dans l'eau, et qui est aussi bien précipitée de cette dissolution que de celle dans le vinaigre lorsque l'on ajoute plus d'acide. L'acide phosphorique fait cependant exception, car il ne précipite point les dissolutions acides. La gélatine végétale se combine aussi avec les alcalis caustiques, et lorsque la gélatine est en excès, on obtient une dissolution tellement neutre, que toute saveur alcaline disparaît entièrement. Elle donne, par l'évaporation, une masse transparente de nouveau soluble dans l'eau qui laisse, sans le dissoudre, la plus grande partie du principe visqueux. L'ammoniaque et l'eau de chaux précipitent la gélatine végétale de sa dissolution dans les acides et la dissolvent de nouveau : mais si elle est agrégée, ces alcalis ne la dissolvent point, ou du moins la dissolution ne s'opère que très-lentement. Avec les terres et les oxides métalliques, l'albumine végétale forme des combinaisons insolubles ; les carbonates alcalins précipitent l'albumine végétale de ses dissolutions dans les alcalis caustiques ou dans les acides. Le préci-

Digitized by Google

pité est une combinaison de la gélatine avec l'alcali, qui, hors du liquide, n'est point glutineuse. Le sulfate de peroxide de fer ne précipite point la gélatine végétale de sa dissolution dans le vinaigre. Elle est au contraire précipitée de ses dissolutions dans les acides par le cyano-ferrure de potassium en une masse dure, blanche, demi-transparente, qui se dépose sur les parois du verre. Elle est aussi précipitée de ses dissolutions dans les acides ou dans les alcalis par le perchlorure de mercure et la teinture de noix de galle. La gélatine, à l'état solide, se tanne dans les deux dissolutions entièrement comme la gélatine animale. Le principe visqueux, dont j'ai parlé plusieurs fois, n'a pas été examiné quant à ses propriétés. La meilleure manière de le séparer est de traiter la gélatine végétale par du vinaigre concentré ; et lorsque la masse est complètement pénétrée, de la mêler à froid avec de l'alcool faible qui dissout l'acétate de gélatine, et on lave la matière blanche non dissoute avec de l'esprit-de-vin froid. Il se dessèche en un corps transparent, incolore, qui donne de l'ammoniaque à la distillation. Il se gonfle dans l'alcool et devient visqueux, par l'ébullition, il se dissout dans ce liquide et s'en sépare par le refroidissement.

L'albumine végétale, telle qu'on l'obtient en dissolution saturée dans les alcalis caustiques étendus, a tellement les propriétés du blanc d'œuf, que celle-ci, comme on le sait, a été prise pour la première. Sa dissolution dans la potasse, lorsqu'elle est employée en excès, n'a point du tout une saveur alcaline. Elle se coagule un peu par l'ébullition, mais ordinairement elle est retenue par l'alcali ; elle se

Digitized by Google

combine avec les acides. La dissolution exactement saturée est soluble dans l'eau ; un excès d'acide la précipite : cependant le vinaigre et l'acide phosphorique font exception. On peut les ajouter en grande quantité sans qu'ils précipitent la combinaison ; mais si l'on ajoute un autre acide minéral elle est précipitée. Avant le traitement par la potasse, l'albumine végétale bouillie avec l'alcool se dissout faiblement dans le vinaigre ou l'acide phosphorique ; mais par l'ébullition avec ces acides, elle forme une gelée transparente, sans couleur, d'un volume beaucoup plus considérable. Avec le perchlorure de mercure, la noix de galle et le cyano-ferrure de potassium, elle se comporte comme l'albumine animale.

Les chimistes français ont considéré le principe azoté contenu dans les semences émulsives comme analogue au fromage dans le lait. Soubeiran (1) a fait voir que ce principe dans les amandes, semblable à celui qui vient d'être décrit, possède les propriétés du blanc d'œuf, mais non celles du fromage ; et Payen et Henry (2), qui avaient considéré le résultat de Soubeiran comme opposé aux leurs, sont restés convaincus par de nouveaux essais, que ce principe ne pouvait être pris pour du caséum, mais qu'il devait être nommé *albumino-caséeux*. J'ajoute que, d'après ses propriétés, il est tout-à-fait identique avec l'albumine végétale.

---

(1) *Journal de Pharmacie*, t. XII, p. 52.

(2) *Journal de Chimie médicale*, t. II, p. 156.

Digitized by Google

Nouveau *Procédé pour obtenir le Gaz acide hydriodique en grande quantité et parfaitement pur.*

Par M. Félix D'Arcet.

(Note lue à la Société philomatique le 5 avril.)

Le procédé que l'on emploie ordinairement pour obtenir le gaz acide hydriodique, consiste à préparer du phosphure d'iode en combinant 1 partie de phosphore avec 16 parties d'iode; et à décomposer de l'eau par quantité convenable de ce phosphure.

Cette opération est compliquée; les conditions indispensables pour sa réussite sont assez difficiles à réunir; la préparation du phosphure exige une grande quantité d'iode; elle présente d'ailleurs quelquefois du danger et toujours une certaine difficulté : au moment de la formation du phosphure, la température s'élève considérablement, il se volatilise beaucoup d'iode, et le mélange peut même détoner si les matières ne sont pas bien desséchées.

Ces considérations m'engagent à proposer un procédé dont l'exécution est facile et qui donne abondamment du gaz acide hydriodique pur et tout-à-fait incolore. Ce moyen est si simple, que M. Dumas, sous les yeux duquel il a été exécuté, a regardé cette préparation du gaz acide hydriodique comme étant aussi aisée que celle de l'hydrogène et de l'acide carbonique : en voici la description.

Le procédé dont il s'agit est fondé sur la propriété qu'a l'iode de décomposer, à une température peu élevée, une partie de l'eau de l'acide hypo-phosphorique

Digitized by Google

en s'emparant de son hydrogène, et faisant passer le phosphore au *maximum* d'oxidation. Pour l'exécuter, il faut prendre de l'acide hypo-phosphorique qui ait bouilli jusqu'au point où il laisse dégager du gaz hydrogène phosphoré, et où cet acide ne contient plus que l'eau essentielle à sa composition. On le met, ainsi concentré, dans un petit tube fermé à une extrémité, et on y ajoute son poids d'iode; en chauffant légèrement, la production du gaz acide hydriodique commence à avoir lieu, et se maintient long-temps. On recueille, si l'on veut, ce gaz à la manière ordinaire, en faisant rendre au fond d'une éprouvette pleine d'air le tube qui l'apporte, puis en retirant peu à peu le tube quand on juge que tout l'air du vase est chassé. En employant le procédé que je propose, la production du gaz hydriodique devenant aussi prompte que possible, on peut aussi recueillir ce gaz sur le mercure sans le décomposer : en effet, l'éprouvette destinée à le recevoir étant de suite remplie, on peut la retirer promptement de dessus la cuve et la luter sans courir risque de voir se former la moindre quantité d'iodure de mercure.

Le résidu de l'opération est une matière blanche vitreuse, qui ne paraît être autre chose que de l'acide phosphorique rendu opaque par le composé découvert par M. Labillardière, et nommé par lui *hydriodate d'hydrogène phosphoré*.

En opérant sur 6 à 7 grammes d'acide hypo-phosphorique, j'ai pu obtenir près de 2 litres de gaz hydriodique pur et complètement absorbable par l'eau. Je ferai enfin observer que le procédé dont il s'agit et au moyen duquel on peut facilement saturer d'oxi-

Digitized by Google

gène le phosphore des acides hypo-phosphoreux, phosphoreux et hypo-phosphorique, pourrait peut-être servir à vérifier la composition de ces acides (1).

Grosseur *des Grains de Platine natif.*

Avant le retour de M. de Humboldt de son voyage d'Amérique, on ne possédait dans les cabinets de minéralogie d'Europe que des grains de platine à peine d'une ligne de diamètre. M. de Humboldt en rapporta un du poids de 1088 grains, qui est resté le plus gros que l'on connût jusqu'en 1822, époque à laquelle le Muséum de Madrid s'est enrichi d'une pépite de platine de 2 pouc. 4 lign. de diamètre, et du poids de 11641 grains, provenant des lavages d'or de *Condoto*. Mais la grosseur de ces deux échantillons vient d'être effacée par celle d'une masse trouvée dans l'Ural, dans les mines Demidoff, et dont la découverte a été communiquée à M. de Humboldt par M. de Cancrin, ministre des finances en Russie. Cette masse pèse 4k,320, et sa densité est un peu au-dessus de 16. M. Lubarsky, professeur à Saint-Pétersbourg, a fait connaître le premier, en 1823, par l'analyse chimique, l'existence du platine natif et de l'alliage d'iridium et d'osmium dans les alluvions aurifères de l'Ural; ses résultats, restés long-temps douteux hors de la Russie, ont été pleinement confirmés par M. Laugier (xxix, 289). M. Humboldt annonce qu'il fera paraître sous peu une carte de la province de *Choco*, pour

---

(1) La grande analogie qui existe entre le chlore, l'iode et le brome me détermina à appliquer ce procédé à la formation de l'acide hydro-bromique. On parvient en effet à produire cet acide en chauffant un mélange de brome et d'acide hypophosphorique; mais ce procédé ne doit être considéré que sous le rapport théorique, et seulement comme fournissant un point de ressemblance de plus entre le brome et l'iode; il ne fournit que trop peu d'acide hydro-bromique et ne présente d'ailleurs aucun avantage.

Digitized by Google

laquelle il a des matériaux entièrement nouveaux, et qu'il y indiquera la plupart des gisemens de platine de cette province.

(*Annalen der Physik.* 1827.)

Note *sur un Phénomène d'incandescence particulier à la Baryte, et Application de cette propriété pour distinguer cet oxide de la strontiane.*

Par MM. Julia - Fontenelle et Quesneville fils.

La baryte et la strontiane étant aisément confondues par leurs propriétés physiques, on ne peut guère prononcer sur leur nature sans recourir à des moyens chimiques; mais comme ces oxides ont à peu près les mêmes caractères, on est obligé de faire un grand nombre d'opérations pour les distinguer, et sans rappeler ici les divers procédés dont se servent les chimistes à ce sujet, nous nous contenterons d'exposer celui que nous avons trouvé, lequel étant plus prompt et plus caractéristique, doit leur être préféré en certaines circonstances. Ce procédé consiste à verser quelques gouttes d'acide sulfurique concentré sur l'un des deux oxides que l'on veut éprouver; il en résulte une incandescence des plus vives si c'est de la baryte : l'oxide reste rouge pendant quelques minutes, et le vase dans lequel on a fait l'expérience est brisé. La strontiane, essayée comparativement, ne donne qu'un fort dégagement de calorique.

Il est bon néanmoins de faire observer que l'incandescence dont nous venons de parler ne saurait avoir lieu sur de la baryte qui retiendrait une trop grande quantité de deutoxide de barium. Il faut, pour réussir, de la baryte caustique et verser l'acide sulfurique avec ménagement.

Cette expérience nous ayant paru assez curieuse pour être répétée dans un cours de chimie, nous avons cru pouvoir en instruire l'Académie.

Digitized by Google

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Février* 1828.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN. Barom. à 0°.	9 HEURES DU MATIN. Therm. extér.	9 HEURES DU MATIN. Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	MIDI. Therm. extér.	MIDI. Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	3 HEURES DU SOIR. Therm. extér.	3 HEURES DU SOIR. Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	9 HEURES DU SOIR. Therm. extér.	9 HEURES DU SOIR. Hygr.	THERMOMETRE. maxim.	THERMOMETRE. minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
1	760,90	+ 9,0	90	761,12	+11,6	89	761,62	+13,5	89	763,68	+10,0	90	+13,5	+ 8,6	Couvert.	O. S. O.
2	761,81	+10,3	90	760,56	+11,3	90	759,14	+11,1	90	759,90	+ 6,5	90	+11,8	+ 5,9	Pluie très-fine.	O. S. O.
3	768,04	+ 5,7	87	768,84	+ 7,7	75	769,85	+ 8,2	70	770,64	+ 2,0	89	+ 8,2	+ 1,0	Nuageux.	N. N. O. fort.
4	768,75	+ 4,5	87	767,55	+ 7,5	81	766,14	+ 7,5	86	765,78	+ 8,3	90	+ 8,3	+ 1,3	Couvert.	O. S. O.
5	765,48	+ 8,7	89	765,10	+10,2	86	764,30	+ 9,2	85	764,03	+ 5,2	89	+10,2	+ 5,2	Eclaircies.	O.
6	762,52	+ 5,3	86	761,76	+ 6,4	83	760,52	+ 7,0	83	759,91	+ 6,6	90	+ 7,0	+ 4,8	Couvert.	O. S. O.
7	757,91	+ 7,5	90	757,37	+ 9,6	88	756,57	+ 8,7	90	756,10	+ 8,5	90	+ 9,6	+ 6,5	Quelq. gouttes d'eau.	S. O.
8	754,92	+ 8,0	89	753,97	+10,0	86	752,60	+10,5	80	749,10	+ 6,0	90	+10,5	+ 5,7	Pluie fine.	O.
9	745,54	+ 6,7	88	745,80	+ 8,2	86	745,88	+ 8,7	86	747,80	+ 5,5	89	+ 8,7	+ 4,5	Couvert.	S. E.
10	750,46	+ 3,0	88	750 82	+ 2,8	88	750,88	+ 2,8	80	750,42	+ 1,0	89	+ 3,0	+ 1,0	Couvert.	N.
11	745,10	+ 1,5	90	743,65	+ 7,5	83	743,72	+ 5,0	83	747,72	— 0,4	86	+ 7,5	— 0,6	Eclaircies.	O.
12	754,10	— 2,0	76	754,63	— 0,8	75	755,22	— 1,5	75	756,80	— 3,0	75	— 0,8	— 4,1	Couvert	N. fort.
13	759,84	— 4,2	77	760,07	— 2,2	76	760,24	— 1,5	76	760,58	— 4,7	80	— 1,5	— 5,5	Quelq. pet. éclaire	N.
14	755,68	— 3,5	86	753,76	— 0,8	78	751,23	— 1,5	80	748,80	— 0,5	90	+ 0,5	— 6,3	Voilé.	S.
15	751,35	+ 3,5	86	752,53	+ 4,7	83	752,54	+ 5,2	84	753,87	+ 0,2	90	+ 5,2	— 0,2	Quelques éclaircies.	S. O.
16	754,60	+ 2,5	87	754,34	+ 4,9	79	753,97	+ 6,0	65	754,17	+ 0,5	85	+ 6,0	— 1,9	Serein.	N. N. O.
17	752,07	+ 0,1	84	751,00	+ 1,7	71	748,92	+ 2,0	65	747,20	— 1,4	80	+ 2,0	— 3,0	Serein.	S. E.
18	744,98	+ 0,4	87	744 97	+ 5,5	81	745,05	+ 5,0	81	744,80	+ 0,3	90	+ 5,5	— 2,3	Nuages et vapeurs.	E. S. E.
19	743,78	+ 1,7	90	743,70	+ 5,7	88	743,42	+ 6,7	84	743,60	+ 2,2	88	+ 6,7	— 1,2	Quelques nuages.	S. S. E.
20	743,10	+ 2,9	89	742,24	+ 7,3	86	740,83	+ 9,0	79	738,43	+ 4,1	88	+ 9,0	+ 0,5	Nuageux.	S. S E.
21	733,44	+ 6,2	88	732,84	+10,2	75	730,54	+ 8,7	80	730,78	+ 7,5	74	+10,0	+ 2,7	Couvert.	E. S. E.
22	732,80	+ 5,8	85	733,48	+ 9,3	79	733,20	+ 9,5	79	734,80	+ 4,5	90	+ 9,5	+ 1,1	Eclaircies.	S. S. E.
23	738,77	+ 4,5	90	739 56	+ 7,0	89	740,80	+ 6,7	89	744,60	+ 5,5	90	+ 7,0	+ 3,2	Couvert.	S.
24	753,00	+ 5,8	88	754,57	+ 7,2	87	755,04	+ 9,0	76	757,22	+ 4,2	88	+ 9,0	+ 3,2	Couvert.	O.
25	759,28	+ 8,0	89	759,26	+12,0	89	759,00	+13,0	87	759,85	+10,4	90	+13,0	+ 6,0	Couvert.	S. S. O.
26	760,30	+12,0	90	759,97	+14,2	88	759,94	+14,2	88	759,07	+10 8	90	+14,3	+ 9,8	Couvert.	S. S. O.
27	758,80	+10,5	72	758,34	+13,0	65	757,73	+14,7	57	758,80	+13,0	90	+14,7	+ 8,5	Serein.	E. N. E.
28	762,08	+ 8,0	89	762,14	+11,2	82	762,04	+12,0	75	763,65	+10,5	82	+12,0	+ 6,5	Très-nuageux.	N. N. E.
29	762,03	+ 8,7	88	761,20	+11,2	79	760,30	+ 9,5	89	762,44	+ 7,5	80	+11,2	+ 6,7	Couvert.	N. O.
1	759,63	+ 6,9	88	759,29	+ 8,5	85	758,75	+ 8,7	83	758,74	+ 6,0	90	+ 9,1	+ 4,4	Moyennes du 1 au 10.	Pluie.
2	750,46	+ 0,3	85	750,09	+ 3,4	80	749,51	+ 3,4	77	749,60	— 0,3	85	+ 4,0	— 2,5	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 4,330
3	751,14	+ 7,7	87	751,26	+10,6	81	750,95	+10,8	80	752,29	+ 8,2	86	+11,2	+ 5,3	Moyenn. du 21 au 29	Terrasse, 4,935
	753,84	+ 4,9	87	753,62	+ 7,4	82	753,14	+ 7,5	80	753,58	+ 4,5	86	+ 8,0	+ 2,3	Moyennes du mois,	+ 5,2.

Digitized by Google

Analyse *des Circonstances qui déterminent le sens et l'intensité du courant électrique dans un élément voltaïque.*

Par M. le Professeur A. de La Rive,

(Mémoire lu à la Société helvétique des Sciences naturelles, le 20 août 1827 (1).)

Dans un précédent Mémoire, j'avais cherché à étudier les phénomènes que présente l'électricité voltaïque dans son passage au travers des conducteurs liquides, et je les avais envisagés successivement sous le rapport des effets qui sont produits dans le liquide, et sous le rapport des modifications que peut éprouver l'électricité elle-même. C'est sous ce dernier point de vue que j'avais signalé quelques faits relatifs à la transmission du courant électrique au travers d'un ou de plusieurs diaphragmes métalliques placés dans le liquide conducteur, faits qui semblent conduire à une analogie re-

(1) La publication de ce Mémoire a été retardée par le désir qu'a eu l'auteur de confirmer par un plus grand nombre de faits les théories qu'il avance, et qui sont exactement les mêmes que celles qu'il a développées dans le travail qu'il a communiqué, cet été, à la Société helvétique. On peut voir, à cet effet, l'extrait très-abrégé de ce Mémoire dans le compte rendu des séances de cette Société (*Bibl. univ.*, t. xxxvi, p. 319), et l'on y trouvera l'énumération complète des mêmes principes qui font la base de la publication actuelle.

Digitized by Google

marquable entre les propriétés de l'électricité en mouvement et celles de la lumière et du calorique rayonnant (1). Plus tard, je publiai quelques détails sur un phénomène que je n'avais indiqué qu'en passant dans le premier Mémoire; savoir, la propriété que possèdent les métaux de pouvoir, quand ils ont servi de conducteurs à l'électricité voltaïque dans certaines circonstances, donner naissance, par ce seul fait, à un courant électrique (2). Je m'étais proposé d'examiner quelle influence peuvent exercer ces deux classes de phénomènes sur la production de l'électricité dans un élément voltaïque, quand je m'aperçus qu'il était impossible de séparer tout-à-fait ces causes d'action des autres, et que mon travail, pour être plus complet, devait s'étendre à l'analyse de toutes les circonstances qui jouent un rôle quelconque dans le développement du courant électrique opéré par la pile voltaïque.

Mais depuis la publication des deux Mémoires que je viens de rappeler, plusieurs physiciens se sont occupés du même sujet; et j'aurai souvent occasion dans le cours de ces recherches, de citer les expériences de MM. Becquerel, Nobili et autres, et surtout celles de M. Marianini, dont les travaux sont plus intimement liés avec l'objet que j'ai particulièrement en vue. Ce dernier physicien a réuni en un corps d'ouvrage, sous le titre d'*Expériences électrométriques*, plusieurs Mémoires

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXVIII, p. 190.

(2) *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, t. III, seconde partie, p. 201; et *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXVI, p. 34.

Digitized by Google

intéressans sur les phénomènes les plus délicats de l'électricité; mais peut-être s'est-il trop pressé de tirer de faits très-curieux par eux-mêmes et tous vrais dans leur individualité, quelques conséquences générales qui ne se vérifient pas toujours, et qui ne peuvent donc pas être admises. C'est, je crois, pour n'avoir pas analysé toutes les circonstances qui peuvent exercer une influence dans les phénomènes qu'il a observés, et pour avoir regardé comme simples des résultats complexes et dépendans de plusieurs causes à-la-fois, que M. Marianini est arrivé à certains faits généraux singuliers en apparence et peu d'accord les uns avec les autres, quoique tous déduits d'expériences fort exactes.

Sans vouloir, dans ce moment, m'arrêter trop longtemps à prouver mon assertion par des exemples tirés de l'Ouvrage du savant Italien, exemples qui trouveront leur place dans le cours de ce Mémoire, je me bornerai à indiquer que les objections que l'on peut faire aux résultats généraux auxquels il est parvenu, se réduisent à contester l'exactitude de deux principes qu'il a admis implicitement dans le cours de ses recherches, principes qui, d'après plusieurs expériences, ne m'ont pas paru pouvoir se vérifier dans le sujet qui nous occupe.

Le premier consiste *dans la proportionnalité entre les petits et les grands effets électriques*; proportionnalité qui est tellement loin d'exister, que non-seulement les effets ne suivent pas entre eux le même rapport que les intensités de l'électricité qui les produit, mais que l'on trouve des cas dans lesquels des effets plus faibles que d'autres pour une certaine intensité de l'élec-

Digitized by Google

tricité, deviennent, au contraire, plus forts pour un autre intensité moindre ou plus grande; c'est ce que j'aurai occasion de faire remarquer plus loin.

Le second principe dont l'admission implicite faite par M. Marianini a encore une influence plus grande sur les conséquences qu'il tire de ses expériences, c'est que la nature et le développement de l'électricité ne dépendent, dans un élément voltaïque, que de la nature relative des deux métaux en contact, et que le liquide ne joue d'autre rôle que celui d'un simple conducteur plus ou moins parfait. Or, MM. Gay-Lussac et Thenard (1), sir H. Davy, et plusieurs autres physiciens après eux, ont montré qu'indépendamment de la conductibilité, l'action chimique du liquide sur chacun des métaux peut influer sur l'intensité du courant; et nous verrons dans un instant que non-seulement l'intensité mais le sens du courant peuvent dépendre de la nature du conducteur humide; tellement que deux mêmes métaux formant une paire voltaïque, peuvent être tantôt positifs, tantôt négatifs, l'un par rapport à l'autre, suivant le liquide dans lequel on les plonge.

Passons maintenant à l'objet même de ce Mémoire, c'est-à-dire, à l'analyse des circonstances qui déterminent le sens et l'intensité du courant électrique dans un élément voltaïque.

Lorsqu'on plonge dans un liquide conducteur deux métaux ou deux portions d'un même métal, et qu'on réunit métalliquement les deux extrémités qui sortent

(1) *Recherches physico-chimiques*, t. 1, p. 42.

Digitized by Google

du liquide, il y a production d'un courant électrique, lequel présente deux caractères essentiels, *le sens* et *l'intensité*. En d'autres termes, les deux métaux ou deux portions du même métal, se constituent dans des états électriques opposés ; l'un est *positif* et l'autre est *négatif* : c'est ce qui détermine le *sens*. Le développement des électricités différentes se fait avec une énergie plus ou moins grande : c'est ce qui influe sur l'*intensité* ; la réunion continue des deux électricités accumulées séparément sur chacune des deux lames de l'élément, constitue le courant électrique. Tel est le cas le plus simple de la production de l'électricité voltaïque, et celui que je vais chercher à analyser.

Les deux circonstances dont il faut tâcher de rendre compte sont, comme nous venons de le dire, le *sens* et l'*intensité*. Les agens qui concourent à la production du phénomène, sont les deux portions métalliques et le liquide conducteur. Quels sont les rapports qui lient entre eux les agens et les effets produits? C'est cette question que je vais chercher à résoudre en commençant par ce qui concerne le sens du courant. L'examen des circonstances qui déterminent l'intensité fera l'objet du paragraphe suivant.

§ Ier. Examen des Circonstances qui déterminent dans un élément voltaïque le sens du courant.

Dans la théorie de Volta admise par M. Marianini, le contact des deux portions métalliques hétérogènes, détermine seul le sens du courant ou la nature de l'électricité propre à chacun des deux élémens du couple ;

Digitized by Google

le liquide interposé n'agit que comme conducteur plus ou moins bon de l'électricité, et n'exerce que sous ce rapport seulement une influence sur l'intensité du courant. Sir H. Davy, tout en prenant pour base la théorie de Volta, va plus loin que lui, en reconnaissant la nécessité d'une action chimique pour qu'il y ait courant, et l'influence de cette action sur l'intensité du courant; mais la nature des deux principes électriques accumulés sur chaque métal dépend toujours, dans l'opinion du savant Anglais, uniquement du contact des deux portions métalliques hétérogènes et de cette force que Volta a appelée *force électro-motrice*.

Enfin, dans la troisième théorie, celle de Fabroni, de Wollaston et des autres savans, l'action chimique du liquide sur les métaux est la cause unique qui détermine la production de l'électricité, et le contact n'est que le procédé propre à mettre en évidence cet agent. On peut donner à l'appui de cette théorie le fait incontestable que l'action chimique développe par elle-même de l'électricité, et en particulier qu'il y a production d'un fort courant électrique quand on plonge dans un liquide deux portions d'un même métal susceptible d'être attaqué par ce liquide; ce phénomène ne peut pas rentrer dans la théorie du contact de Volta, ni même dans la théorie mixte de Davy.

Désirant éclaircir la question, j'ai cherché si l'on pourrait faire varier le sens du courant dans un même couple voltaïque, en employant simplement différens conducteurs liquides. Un seul fait bien constaté et dans lequel un même métal pourrait devenir successivement négatif et positif par rapport à un autre avec lequel il

Digitized by Google

serait en contact, en vertu d'un simple changement du liquide interposé, peut suffire, il me semble, pour démontrer que l'état électrique dans lequel se constituent les deux portions métalliques de l'élément, n'est pas dû, ou du moins, n'est pas exclusivement dû au contact. Mais, si un seul fait, ou quelques faits en contradiction avec une théorie, suffisent pour empêcher qu'on puisse l'admettre, il en faut un bien plus grand nombre pour pouvoir en substituer une autre. Or, les recherches qui suivent et dont je vais donner les détails ont pour but de démontrer 1° que l'état électrique dans lequel se constituent les deux élémens métalliques, n'est pas dû au contact, c'est-à-dire, à la nature relative des deux métaux considérée d'une manière absolue, abstraction faite du liquide; 2° que cet état électrique dépend du rapport qui règne entre chacune des deux portions métalliques et le liquide; 3° que ce rapport est tel que le métal sur lequel le liquide exerce une action chimique plus forte, est positif par rapport à l'autre.

Dans les expériences qui suivent, j'ai fait usage d'un galvanomètre qui, sans être très-sensible, l'était cependant suffisamment pour les effets qu'il s'agissait d'étudier, et j'ai, dans tous les cas, obtenu une déviation de l'aiguille assez marquée (presque toujours entre 50° et 90°), pour qu'il n'y eût jamais le plus léger doute ni sur l'existence, ni sur le sens du courant électrique. Au reste, chaque expérience a été répétée plusieurs fois, soit par moi-même devant quelques amis, soit par l'un des élèves de l'Académie hors de ma présence, et les résultats ont toujours été parfaitement d'accord.

Le premier essai dont j'eus l'idée, fut d'employer,

Digitized by Google

comme liquide conducteur, l'ammoniaque que l'on sait exercer une action chimique plus forte sur le cuivre que sur beaucoup d'autres métaux plus attaquables que le premier par d'autres agens. Dans ce but, je me servis d'un couple de cuivre et d'étain, lequel, plongé dans une dissolution saline ou acide, donna lieu à un courant dirigé du cuivre à l'étain, et qui, placé dans l'ammoniaque, produisit un courant dirigé de l'étain au cuivre; c'est-à-dire que, dans le premier cas, l'étain fut positif, le cuivre négatif, et que, dans le second cas, ce fut l'inverse. Or, la différence vient, je pense, de ce que la solution acide ou saline exerce une action chimique plus forte sur l'étain que sur le cuivre, tandis que l'action de l'ammoniaque est plus grande sur le cuivre que sur l'étain; ce serait donc le métal le plus attaqué qui serait toujours positif par rapport à l'autre. On ne peut attribuer l'effet au contact des métaux avec l'alcali; car le zinc qui est dans l'échelle des électromoteurs, plus positif que le cuivre et que l'étain, devrait être négatif par rapport à eux dans l'ammoniaque, si le contact avec un alcali pouvait renverser les rapports qui existent entre les propriétés électro-motrices des corps; mais, loin d'être négatif, il est positif avec tous les deux, parce que l'action chimique de l'ammoniaque sur lui est plus intense. D'ailleurs, si l'effet était dû au contact des alcalis, la potasse dissoute devrait donner lieu à un phenomène semblable; tandis que le cuivre et l'étain, plongés dans une pareille solution, restent, le premier négatif, le second positif, comme cela avait lieu dans une solution saline ou acide. Le fer substitué à l'étain, et formant un couple avec le cuivre, m'a pré-

Digitized by Google

senté exactement les mêmes phénomènes ; il a été positif par rapport au cuivre dans une solution saline ou dans un acide étendu, et négatif dans l'ammoniaque.

Ce résultat et quelques autres analogues m'ayant montré que deux mêmes métaux en contact, ne se constituant pas toujours chacun dans des états électriques constamment les mêmes, j'ai cherché d'autres exemples de cette variation, et, à cet effet, je me suis proposé d'employer pour conducteurs des liquides qui pussent exercer, les uns, une action plus forte sur l'un des métaux du couple, les autres, une action plus forte sur l'autre métal, comme cela avait lieu dans les expériences que je viens de rapporter ; mais ces exemples sont rares, parce qu'en général les métaux les plus attaquables par certains agens chimiques sont aussi les plus attaquables par tous les autres, et que les cas que je cherche à réaliser ne sont que des cas d'exception. C'est ce qui fait qu'on ne s'est point encore aperçu de ce changement de direction dans le courant ; mais si l'on avait construit une pile d'étain et de fer, ou de fer et de cuivre, et que cette pile, au lieu de la mettre dans de l'eau soit pure, soit salée, soit acidulée, on eût essayé de la mettre dans de l'ammoniaque, on aurait trouvé le pôle + du côté cuivre qui était toujours le pôle — ; et le pôle — du côté étain ou fer qui était auparavant le pôle +. J'ai réalisé cette conception, et je suis parvenu à changer ainsi les pôles de la même pile, et à obtenir dans la décomposition de l'eau et des sels, l'oxigène et l'acide tantôt du côté *fer* ou *étain*, tantôt du côté *cuivre*, et l'hydrogène et les bases tantôt du côté *cuivre*, tantôt du côté *fer* ou *étain*. Ainsi, dans ce cas, le pôle *cuivre* ne

Digitized by Google

pouvait plus être synonyme de pôle négatif, et le pôle *étain* synoyme de pôle positif.

En faisant différens essais, j'ai trouvé un assez grand nombre d'autres exemples analogues à ceux que je viens de citer, et mon ami M. Macaire que j'avais consulté, a bien voulu m'en indiquer quelques autres qui se sont aussi réalisés.

La diversité d'action des acides concentrés et étendus, sur quelques métaux, m'a fourni, entre autres, plusieurs preuves remarquables de ces changemens de polarité. Ainsi, dans l'acide nitrique étendu, le cuivre est négatif par rapport au plomb ; il est positif par rapport à lui dans l'acide concentré ; il en est de même du fer avec le plomb. Or, l'on sait, et il est facile de le voir par expérience, que l'action chimique de l'acide étendu est plus forte sur le plomb que sur le cuivre et sur le fer, et qu'au contraire l'action de l'acide concentré est beaucoup plus forte sur le cuivre et sur le fer que sur le plomb. Un fait qui montre bien que c'est l'action chimique qui détermine sur le métal le plus attaqué l'électricité positive, c'est que, lorsqu'on plonge le fer et le plomb dans l'acide concentré, le fer est, au premier moment, négatif, parce qu'il n'y a pas encore d'action chimique ; mais si l'on attend que l'action énergique qui doit se développer commence, ou si l'on expose un instant à l'air la partie du fer plongée dans l'acide, ce qui détermine l'action aussitôt, le même fer qui était négatif devient, dans le même liquide, positif avec une intensité remarquable. J'ai eu l'occasion de faire la même observation sur le cuivre qui est négatif au premier moment dans l'acide nitrique concentré par rap-

Digitized by Google

port au plomb, et qui devient fortement positif quand l'action chimique commence à avoir lieu.

J'ai fait aussi construire une pile en plomb et en cuivre, dont je puis intervertir les pôles en la plongeant dans de l'acide nitrique concentré. La décomposition de l'eau et des sels, tous les effets magnétiques et électro-dynamiques ont lieu dans les deux cas, mais alors en sens inverse. Ainsi, le même liquide, suivant son degré de concentration, peut changer la nature de l'électricité accumulée à chaque pôle d'une pile : phénomène en apparence bien singulier, mais qui l'est bien moins quand on réfléchit que le degré de concentration fait varier aussi entièrement les actions chimiques.

Je ne donnerai pas le détail de toutes les expériences que j'ai faites avec l'acide nitrique concentré et étendu; je me bornerai à indiquer l'ordre dans lequel les métaux que j'ai essayés doivent être placés relativement à leur pouvoir électro-moteur, suivant qu'on se sert pour liquide de l'un ou de l'autre de ces deux acides. Chaque substance dans les deux tables qui suivent est positive par rapport à celle qui précède, négative par rapport à celle qui suit.

Dans l'acide nitrique concentré.	Dans l'acide nitrique étendu.
Fer oxidé.	Argent.
Argent.	Cuivre.
Mercure.	Fer oxidé.
Plomb.	Fer.
Cuivre.	Plomb.
Fer.	Mercure.
Zinc.	Etain.
Etain.	Zinc.

Digitized by Google

Aucun des métaux ne possède la même place dans chacune de ces deux tables. Laquelle serait la véritable dans la théorie du contact des pouvoirs électro-moteur?

Il me semble donc que le peu d'accord de ces deux tables est bien difficile à concilier avec la théorie du pouvoir électro-moteur; il s'explique, au contraire, facilement en admettant que l'effet dépend de l'énergie relative de l'action chimique. Quelques autres métaux et quelques autres acides, en particulier l'acide sulfurique très-concentré et étendu, m'ont donné des résultats parfaitement analogues à ceux que m'avait fourni l'acide nitrique, c'est-à-dire, toujours en rapport avec l'énergie de l'action chimique. Remarquons en passant que dans toutes ces expériences faites avec le même acide à différens degrés de concentration, on ne peut pas élever l'objection que le changement de polarité est dû au contact du liquide et du métal, car le liquide est le même dans les deux cas.

Il serait trop long de s'arrêter à décrire tous ces différens résultats; j'en ai déjà réuni un assez grand nombre et je cherche à les multiplier autant que possible, afin de m'assurer s'il ne se présente point quelque exception au fait qui, jusqu'à présent, m'a semblé constant, savoir que c'est l'action chimique qui détermine le sens du courant. Il ne sera pas non plus sans quelque intérêt de voir toutes les places successives qu'un même métal peut occuper dans l'échelle des pouvoirs électro-moteurs, quand on emploie comme conducteurs différens liquides.

Je me bornerai à citer encore trois faits analogues à ceux qui précèdent, mais qui, vu les substances dont

Digitized by Google

on s'est servi et les circonstances dans lesquelles on les a obtenus, me paraissent bien propres à démontrer l'influence de l'action chimique.

Le charbon est fortement positif par rapport au platine dans l'acide sulfurique concentré soit froid, soit surtout chauffé jusqu'à 100° ou 150°; je l'ai trouvé négatif avec encore plus de force par rapport au même métal, dans l'eau régale un peu chauffée : or, dans le premier cas, le charbon était fortement attaqué; dans le second, c'était le platine. La double expérience a été répétée plusieurs fois, toujours avec le même morceau de charbon et le même platine; il faut seulement avoir soin, pour que le courant soit un peu fort, de donner à ce métal une grande surface dans l'un et l'autre acide : je faisais usage d'un creuset de platine dans lequel je mettais le liquide, et le charbon plongeait dans ce dernier.

L'arsenic et le fer peuvent aussi fournir un exemple remarquable du changement de polarité. Dans un acide étendu, le fer est éminemment positif par rapport à l'arsenic qui est très-peu attaqué dans ce cas; mais, plongés dans de la potasse tenue en fusion par la chaleur assez forte d'une lampe, les deux métaux ont changé de rôle; l'arsenic sur lequel la potasse chaude exerçait évidemment une action très-forte, est devenu positif par rapport au fer qui ne paraissait soumis qu'à une action nulle, ou du moins très-faible de la part de cet alcali.

L'or et le fer forment un couple dans lequel le premier de ces métaux est ordinairement négatif. Le mercure employé comme conducteur liquide, ne pourrait-

Digitized by Google

il point changer le sens du courant, et vu son action sur l'or, rendre ce métal positif par rapport au fer sur lequel il n'exerce aucune action? Mais la formation de l'amalgame est-elle une véritable action chimique, et le mercure peut-il être employé comme conducteur liquide? Tels étaient les doutes qui pouvaient s'élever: l'expérience fut faite et ne donna pas un résultat bien décisif; mais en humectant légèrement l'or avec de l'acide nitrique avant de le plonger dans le mercure, on obtint un courant très-fort dans lequel le fer était négatif et l'or positif. L'acide nitrique a-t-il agi dans ce cas en facilitant la formation de l'amalgame par une action directe sur le mercure? Peu importe; dans tous les cas, l'or a été positif par rapport au mercure, ou par rapport au fer; et c'est l'inverse qui a toujours lieu avec une solution quelconque d'un sel ou d'un acide.

Il me paraît résulter des expériences qui précèdent et de tous les faits que j'ai étudiés jusqu'à présent, que le sens du courant électrique ne dépend pas seulement de la nature relative des deux métaux, mais de la nature relative des deux métaux et du liquide. Jusqu'ici je n'exprime qu'un fait, mais je vais plus loin, et j'avance une hypothèse qui me paraît très-probable. Quand je dis que le rapport entre le liquide et les métaux est tel que c'est le métal le plus attaqué qui acquiert l'électricité positive, et que par conséquent le moins attaqué prend l'électricité négative, ce n'est qu'une hypothèse: car qu'est-ce qui peut nous faire juger exactement de l'intensité d'une action chimique? La plus intense est-elle celle dans laquelle il y a le plus d'effervescence et le plus de calorique dégagé? Cette intensité est-elle

Digitized by Google

en rapport avec les affinités ? Je crois qu'on aurait tort de se fier, dans tous les cas, au premier des critères que je viens d'indiquer, et que le second serait quelquefois trompeur, puisque nous voyons le même acide, suivant son degré de concentration, exercer une action plus forte tantôt sur un métal, tantôt sur un autre. Quoi qu'il en soit, j'indiquerai plus loin, quand il sera question des circonstances qui déterminent l'intensité du courant, un rapport, indépendant de toute hypothèse, qui existe toujours entre le liquide et les deux métaux du couple, quant à la nature de l'électricité que chacun d'eux doit posséder.

En admettant, comme nous venons de le faire, que, toutes les fois qu'il y a une différence dans l'action chimique exercée par le liquide sur chacune des portions métalliques d'un couple voltaïque, il y a courant électrique, on explique très-bien le développement de l'électricité dans toutes les actions chimiques, et en particulier la production d'un courant avec deux plaques du même métal : car il arrivera toujours que, soit à cause de sa plus grande surface, soit parce qu'elle est plongée la dernière, soit en vertu de toute autre circonstance accidentelle, l'une des plaques sera plus attaquée que l'autre. Mais il se présente ici une question délicate ; peut-on, en augmentant la surface du métal le moins attaqué par le liquide, compenser et même surpasser l'action plus vive de ce liquide sur l'autre métal, et rendre le premier positif par rapport au second ? j'ai remarqué que, dans les cas où, soit par la nature du liquide, soit par celle des métaux, la différence était très-petite, cela pouvait avoir lieu ; mais que, dans les

Digitized by Google

autres cas qui sont de beaucoup les plus nombreux, la somme d'un grand nombre d'actions chimiques très-faibles, ne pouvait jamais égaler et à plus forte raison surpasser une action chimique très-forte, quand même celle-ci ne s'exerçait que sur une étendue aussi petite que possible. Ainsi j'ai eu beau donner au cuivre une surface considérable par rapport au zinc : dans un acide étendu ou dans une solution saline, il est toujours resté négatif. Nous touchons ici à un sujet bien délicat et bien obscur, la mesure des actions chimiques, et en l'étudiant sous ce nouveau point de vue, peut-être pourra-t-on parvenir à y jeter quelque jour. Ce serait aujourd'hui trop m'éloigner de l'objet spécial de ce Mémoire, que de m'y arrêter plus long-temps.

Une autre conséquence des principes qui viennent d'être exposés, c'est qu'en plongeant chacune des portions métalliques d'un couple dans un liquide différent, et en faisant communiquer ces liquides par un conducteur humide, on doit toujours trouver positif le métal le plus attaqué par le liquide dans lequel il se trouve. Une des manières les plus simples de vérifier ce résultat consiste à employer, comme je l'ai fait, un tube recourbé en forme de siphon renversé, et à verser dans l'une des branches de l'acide sulfurique concentré, et dans l'autre de l'acide sulfurique étendu : ces deux liquides communiquent ensemble par leur surface de contact, sans se mélanger, à cause de leur différence de pesanteur spécifique. En mettant deux portions du même métal ou deux métaux différens dans chacun des acides, on trouve en général celui qui est dans l'acide étendu positif par rapport à celui qui est dans l'acide con-

Digitized by Google

centré ; mais il y a des exceptions, et en effet, comme il y a deux actions chimiques d'une espèce bien différente, celle de l'acide sulfurique concentré et celle de l'acide sulfurique étendu, il est bien difficile de pouvoir d'avance décider laquelle est la plus intense pour chaque espèce de substance. On peut varier beaucoup les expériences de ce genre en se servant pour liquides excitateurs, soit du même acide à deux différens degrés de concentration, soit de deux acides ou liquides quelconques différens ; j'ai obtenu un assez grand nombre de résultats en agissant de ces deux manières, mais je ne les consignerai pas ici pour ne pas allonger inutilement ; je me bornerai à dire qu'ils m'ont tous paru s'accorder avec le principe général. Observons, en passant, que ce qui précède explique très-bien le résultat qu'a obtenu récemment M. Becquerel en plongeant deux lames de cuivre formant un couple, l'une dans de l'eau salée bien concentrée, l'autre dans une solution semblable très-étendue ; il avait trouvé la dernière positive et la première négative, et il en avait tiré une conséquence bien bizarre (comme lui-même en convient), savoir que l'eau salée rendait par son contact le cuivre négatif (1). Mais l'effet observé provenait tout simplement de ce qu'une solution de sel marin attaque plus le cuivre lorsqu'elle est étendue que lorsqu'elle est concentrée, comme cela a été constaté par sir H. Davy ; et il n'est pas étonnant par conséquent que la lame de cuivre la plus attaquée soit positive et la moins attaquée négative.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXV, p. 120-121.

Digitized by Google

Plusieurs des phénomènes décrits par M. Marianini deviennent aussi une conséquence facile à déduire des principes que nous venons d'exposer.

L'effet de l'oxidation qui rend toujours un métal négatif par rapport au même métal non oxidé, provient simplement de ce que l'action chimique est moins forte sur le premier que sur le dernier. L'influence remarquable de la chaleur est due en grande partie à la même cause, et non pas seulement à une simple augmentation dans la conductibilité du liquide, comme le croit M. Marianini; en effet, la plus grande énergie que manifeste le courant, quand le liquide dans lequel on plonge le couple est chauffé, peut bien provenir de ce que, dans ce cas, l'action chimique sur le métal attaquable est plus forte. Cela est d'autant plus probable, que si le liquide exerce déjà à froid une action chimique un peu forte, l'élévation de la température augmente très-peu l'intensité du courant, tandis qu'elle l'augmente beaucoup quand le liquide agit très-faiblement à froid; c'est ce que M. Marianini a lui-même remarqué. Cependant il n'en est pas moins vrai que dans certaines circonstances la chaleur augmente la conductibilité des liquides; c'est le résultat auquel étaient arrivés depuis long-temps MM. Gay-Lussac et Thenard, en obtenant dans le même temps et dans les mêmes circonstances une plus grande quantité de gaz aux deux pôles de la pile, quand le liquide dans lequel plongeaient les pointes de platine qui terminent ces pôles était chaud que lorsqu'il était froid (1). J'ai eu plusieurs fois l'oc-

(1) *Recherches physico-chimiques*, t. 1, p. 24.

Digitized by Google

casion de vérifier cette observation sur différens liquides, comme je l'indique dans la partie de ce Mémoire où je traite de la conductibilité des liquides et des causes qui peuvent l'influencer ; mais il m'a paru que l'effet de la chaleur sous le rapport d'une augmentation dans la conductibilité, était surtout sensible quand le liquide conducteur était renfermé dans un tube étroit et ayant moins d'un pouce de diamètre, et que, lorsque l'espace était plus grand, l'effet du calorique était insensible ; c'est ce qui me porte à croire que, dans les expériences de M. Marianini, la presque totalité de l'effet était due à la plus grande action chimique. Quant au fait que le même liquide est plus conducteur à une même température, à 30° par exemple, quand il arrive à ce degré de température par le refroidissement, que lorsqu'il y arrive par le réchauffement, ne pourrait-on pas l'attribuer à un peu d'oxide de zinc que le liquide, aidé de la chaleur, a pu dissoudre, et qui a augmenté ainsi véritablement sa conductibilité ?

Les phénomènes dont nous avons parlé dans ce paragraphe sont bien propres à montrer actuellement l'exactitude de l'objection que nous avions faite à M. Marianini, d'avoir admis comme principe que le sens du courant ne dépend, dans un élément voltaïque, que de la nature relative des deux métaux, et il en doit résulter que l'on ne peut admettre les conséquences qu'il tire de ce principe. Je citerai, comme exemple, la table générale du pouvoir électro-moteur des diverses substances : la place qui y est assignée à chaque corps n'est exacte qu'autant qu'on emploie comme liquide conducteur celui même dont l'observateur s'est servi. J'en dirai au-

Digitized by Google

tant de la table de conductibilité des liquides qui est basée sur ce principe, que le liquide le plus conducteur est celui qui, lorsqu'on y plonge un couple voltaïque, donne lieu au courant le plus intense; mais qu'on change les métaux, ou seulement l'un des métaux de ce couple d'épreuve, et l'on arrivera à placer les liquides dans un ordre tout différent (1). Ainsi, l'on aurait autant de tables différentes du pouvoir électromoteur des corps, que l'on a de liquides conducteurs dans lesquels on puisse les plonger; et autant de tables de la conductibilité des liquides que l'on peut former de couples avec différentes substances solides : c'est une conséquence qui découle immédiatement des expériences et des principes que nous avons exposés plus haut.

Je me permettrai de faire remarquer une dernière conséquence de ces principes, c'est qu'il ne serait point impossible que les courans thermo-électriques fussent dus à la même cause que les courans dans lesquels il entre un conducteur liquide. La chaleur influe sur le degré d'action chimique qu'exerce l'oxigène de l'air sur les métaux, et nous voyons presque toujours, le métal le plus chaud positif par rapport à l'autre; les anomalies mêmes qui accompagnent la production de ces courans, seraient plutôt propres à confirmer qu'à détruire une pareille analogie. Le fer, par exemple, qui, jus-

(1) Nous verrons plus loin qu'indépendamment de la conductibilité et de l'action chimique du liquide, il est une autre circonstance importante qui peut faire varier l'intensité du courant produit avec un même couple métallique, mais avec différens liquides conducteurs.

Digitized by Google

qu'à une certaine température rouge, est positif par rapport au cuivre, et qui devient négatif par rapport à lui à une température où il est rouge blanc, en est la preuve : car c'est un fait bien connu, que l'affinité de ce métal pour l'oxigène suit une marche semblable.

Il me paraît qu'on peut expliquer de la même manière, par l'action de l'oxigène et par celle des vapeurs répandues dans l'air, la tension électrique, toujours si faible, qui se manifeste dans le simple contact de deux métaux hétérogènes sans conducteur humide, en remarquant que l'un de ces métaux est toujours plus oxidable que l'autre. Je reviendrai sur ce point important pour la généralisation de la théorie qui nous occupe, quand les faits que je travaille actuellement à réunir sur cette question particulière, seront assez nombreux et assez décisifs pour ne laisser aucun doute dans un sens ou dans un autre.

Je ne terminerai pas ce paragraphe sans dire quelques mots sur la manière dont je conçois que l'action chimique détermine le sens du courant dans un élément voltaïque. Quand un métal est attaqué par un agent chimique, soit liquide, soit gazeux, la surface attaquée acquiert une électricité positive qui se répand soit dans le gaz, soit dans le liquide environnant. Le fluide négatif, chassé de la surface attaquée, tend à sortir du métal par tous les conducteurs qui lui sont soudés, et qui, par conséquent, communiquent non pas seulement avec sa surface, mais avec son intérieur. Quant à l'intensité des deux principes développés, elle dépend de l'énergie de l'action chimique. Si je plonge dans un liquide deux substances solides, chacune se constitue

Digitized by Google

dans l'état que je viens de décrire, et si j'unis par un conducteur métallique (qui n'est que conducteur et non excitateur), celles des deux extrémités des lames plongées qui sortent du liquide, je permets aux fluides négatifs et positifs de chacune des lames de se réunir et de se neutraliser. Ainsi chaque plaque est à la fois la source d'un courant, si elle est attaquable, et la conductrice du courant de l'autre dans tous les cas; et le courant définitif est formé par la différence qui existe entre l'énergie de ces deux courans contraires.

Les deux surfaces métalliques sont-elles soumises à une action chimique parfaitement la même? alors les deux courans contraires sont égaux; par conséquent, ils se détruisent et l'effet est nul, ou, ce qui revient au même, il n'y a point de courant résultant. Les deux surfaces ne sont-elles attaquées ni l'une ni l'autre? il n'y a point non plus de courant, mais par une raison différente: c'est qu'ici les forces sont toutes nulles, et que, dans l'autre cas, il y avait équilibre entre elles. Enfin, l'une des plaques est-elle plus attaquée que l'autre, ou celle-ci ne l'est-elle point du tout? le courant de la première l'emporte, et sa direction est celle du courant définitif; c'est ce qu'on exprime en disant que cette plaque est positive par rapport à la seconde, expression inexacte, puisque, si la seconde est négative, c'est qu'elle reçoit le fluide négatif de la première, séparé de son positif par l'action chimique.

Cette manière de rendre compte de la production de l'électricité m'a paru pouvoir expliquer tous les résultats qui ont été obtenus par les différens physiciens, et en particulier ceux relatifs à la nature de l'électricité

Digitized by Google

développée par le contact des liquides et des métaux, sujet sur lequel M. Becquerel a réuni un grand nombre de faits. Je n'insisterai que sur ceux-ci, parce qu'ils peuvent au premier moment paraître en contradiction avec les principes que je viens d'exposer et qu'ils en sont, au contraire, une confirmation. M. Becquerel a trouvé (1) qu'en plaçant sur un conducteur une capsule métallique pleine d'un liquide, et en plongeant dans le liquide un autre métal qu'il tenait par l'une de ses extrémités, l'électricité acquise par le condensateur était tantôt positive, tantôt négative. En étudiant avec soin le tableau de ses expériences, il m'a paru qu'elles pouvaient toutes être ramenées à ce principe; que, lorsque le liquide agit plus fortement sur le métal plongé que sur celui de la capsule, celle-ci donne au conducteur l'électricité positive, et que c'est l'inverse quand le métal de la capsule est plus attaquable. Or, ce fait est une conséquence de ce que nous avons dit plus haut; un exemple le fera facilement comprendre. Si la capsule est de platine, et si elle est remplie d'acide sulfurique concentré ou étendu, elle donne au condensateur une électricité positive, quand j'y plonge une lame d'argent; en effet, l'action est nulle sur le platine, mais l'électricité positive développée sur la surface de l'argent par l'action chimique se répand dans l'acide et dans le métal de la capsule, d'où il passe par conductibilité au condensateur; tandis que le fluide négatif sort de l'argent par la main qui tient la lame de ce métal. Mais si

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXVII, p. 11 et suivantes.

Digitized by Google

je plonge la lame d'argent dans l'un ou l'autre de ces mêmes acides ou dans tout autre liquide, tel que la potasse, et que la capsule soit de cuivre, ce métal étant plus attaquable que l'argent, l'électricité positive développée sur la surface attaquée, se répand dans le liquide et vient sortir par la lame d'argent; le fluide négatif correspondant sort, au contraire, du cuivre par la face non exposée à l'action du liquide et se répand sur le condensateur avec lequel cette face est en contact. Dans ce dernier cas, je fais abstraction des électricités développées sur l'argent qui sont beaucoup plus faibles que celles auxquelles donne naissance l'action sur le cuivre, ce qui permet de considérer ces dernières comme déterminant le sens du phénomène; mais cependant elles n'agissent qu'avec une énergie qui dépend de la différence qui existe entre l'intensité de l'action chimique sur chacun des deux métaux. Si le métal plongé dans le liquide que renferme la capsule de cuivre, au lieu d'être de l'argent, est du zinc, nous rentrons dans le premier cas du platine et de l'argent : le cuivre, au lieu de n'être point attaqué, comme l'était le platine, est seulement moins attaqué que le zinc, et alors c'est ce dernier métal qui donne lieu à un développement plus considérable d'électricité, et qui, par conséquent, détermine la nature du principe électrique accumulé sur le condensateur.

Dans cette théorie, la production de l'électricité dans un élément voltaïque n'est point due à un principe électrique inhérent à chaque corps et propre à sa nature, comme on a coutume de le supposer en disant que le cuivre est un métal négatif par rapport au zinc qui est

Digitized by Google

positif ; un acide, un corps éminemment négatif : un alcali, une substance positive. ; mais l'électricité provient d'une action, et cette action est celle qu'exerce l'agent chimique sur la surface du corps solide ; c'est elle qui donne lieu à la séparation des deux principes électriques, effet analogue à celui du frottement, de la pression, et en un mot de toutes les actions mécaniques qui déterminent un mouvement dans toutes ou partie des molécules d'un corps ; s'il en est ainsi et s'il est vrai que le contact par lui-même ne donne pas lieu au développement de l'électricité, on peut affirmer que ce développement n'a jamais lieu sans qu'il y ait une action quelconque.

La théorie électro-chimique dans laquelle on suppose que les affinités en vertu desquelles les corps tendent à se combiner ne sont que le résultat de leurs électricités différentes, peut-elle s'accorder avec ce qui précède, et en particulier avec le fait qu'un même corps peut être tantôt positif, tantôt négatif par rapport à un autre ? Aux exemples que j'ai donnés de ce changement, j'en ajouterai ici un autre qui m'a été communiqué par M. Nobili, et qui est remarquable, parce qu'il prouve que l'état de solide pour le corps qui est attaqué à sa surface, augmente beaucoup l'intensité de l'électricité qui est développée : cet exemple est celui de la chaux qui, lorsqu'elle est solide, donne lieu à un courant énergique en étant plongée dans l'acide nitrique, courant dans lequelle elle est fortement positive, et qui, lorsqu'elle est dissoute dans l'eau, produit avec le même acide un courant très-faible, et dont le sens, souvent contraire

Digitized by Google

à celui de l'autre, indique qu'elle est quelquefois négative par rapport à l'acide.

La théorie électro-chimique me paraît reposer essentiellement sur ces deux faits ; le premier, que les corps ont une électricité propre que le contact met en évidence, fait dont j'ai cherché à démontrer l'inexactitude; le second, que dans toute décomposition opérée par la pile, les corps vont, les uns (*les négatifs* dit-on) au pôle +, et les autres (*les positifs*) au pôle — ; or, dans un précédent Mémoire, j'ai fait voir que ce n'est point en vertu des électricités de tension, et par l'effet d'attractions ou de répulsions électriques analogues à celles qui ont lieu dans les cas ordinaires, que se fait la décomposition, puisqu'au contraire plus le liquide est conducteur, c'est-à-dire moins il y a de tension, plus la décomposition est rapide. Il me semble donc que si l'on ne peut pas admettre les deux faits dont je viens de parler, la théorie électro-chimique qui en est une conséquence, ne repose plus sur une base bien solide. Qu'il y ait développement d'électricité dans la combinaison de deux corps, c'est-à-dire, dans une action chimique, c'est ce que je suis bien loin de nier, puisque c'est le principe d'où je pars. Que ce soit à cette électricité que sont dues et la chaleur et la lumière qui accompagnent d'ordinaire toute action chimique, c'est ce qui est très-possible et même probable ; mais que la force en vertu de laquelle se fait l'action chimique elle-même soit l'électricité propre aux corps qui agissent l'un sur l'autre, et que l'affinité ne soit que le résultat de l'attraction mutuelle des deux principes électriques, c'est ce qui ne me paraît pas probable, ni

Digitized by Google

surtout compatible avec les observations que nous venons d'exposer.

§ II. Examen des circonstances qui déterminent l'intensité du courant voltaïque.

On peut, je crois, ramener aux trois suivantes les circonstances qui exercent une influence sur l'intensité du courant :

1°. La différence dans l'énergie avec laquelle l'action chimique du liquide s'exerce sur chacun des élémens métalliques du couple voltaïque : plus cette différence est grande, les autres circonstances restant les mêmes, plus le courant est intense.

2°. La facilité plus ou moins grande qu'éprouve le courant électrique à passer de l'élément solide du couple dans le liquide interposé. J'ai déjà montré qu'il y a toujours diminution d'intensité pour l'électricité en mouvement dans le changement de conducteur ; et je ferai voir que cette perte dépend, quant à son intensité, de la nature relative du liquide et du solide qui forment le conducteur mixte.

3°. La facilité plus ou moins grande qu'éprouve l'électricité à passer d'une molécule du liquide conducteur à une autre, ou la *conductibilité* propre du liquide lui-même.

On pourrait ajouter, sous le point de vue théorique, la conductibilité propre des portions solides ordinairement métalliques ; mais dans la pratique, on peut négliger cette dernière cause de variation d'intensité qui, vu les circonstances dans lesquelles se passent les phéno-

Digitized by Google

mènes, n'exerce, par rapport aux trois autres, qu'une influence presque nulle.

Ainsi donc, l'intensité du courant peut être regardée comme une fonction de trois ou, théoriquement, de quatre variables dont il s'agit de déterminer la forme. En d'autres termes, la solution de la question consiste à chercher les lois générales (si elles existent) auxquelles sont soumises les causes de variation d'intensité que nous venons d'énumérer, et les coefficiens constans pour chaque cas particulier, s'il est possible de les déterminer. Dans ce but, il faut isoler et étudier séparément chacune des circonstances que nous avons indiquées comme devant exercer une influence sur l'intensité du courant, puis ensuite, en les réunissant, on pourra conclure de leur ensemble l'énergie résultante.

C'est, je crois, pour n'avoir pas séparé d'une manière explicite les unes des autres ces différentes sources de variation, que l'on a trouvé souvent certains phénomènes que l'on n'attribuait qu'à l'effet d'une seule de ces causes, tout-à-fait en contradiction les uns avec les autres, et absolument inexplicables; il me paraît que si l'on a soin d'attribuer à chaque cause ce que l'expérience directe indique devoir lui appartenir exclusivement, il n'est aucun fait connu jusqu'à présent dont on ne puisse rendre compte d'une manière simple et tout-à-fait satisfaisante.

PREMIÈRE CIRCONSTANCE QUI INFLUE SUR L'INTENSITÉ. *Différence dans l'action chimique du liquide sur chacune des portions du couple.*

La première circonstance qui influe sur l'intensité du courant voltaïque, est l'inégalité de l'action chimique

Digitized by Google

qu'exerce le liquide sur chacune des portions métalliques du couple. C'est ce qui résulte de ce que nous avons exposé dans le paragraphe précédent, et de la manière même dont nous concevons que se développe l'électricité. Cette différence dans l'intensité de l'action chimique peut provenir, soit de ce que les portions solides du couple sont hétérogènes, soit, si elles sont homogènes, de ce que l'une d'elles est attaquée sur une surface moins étendue ou plus oxidée, ou, par une raison quelconque, moins attaquable que l'autre. Dans le cas de l'hétérogénéité, plus les deux élémens solides du corps sont différens l'un de l'autre sous le rapport de l'énergie de l'action chimique qu'exerce sur eux le liquide, plus le courant est intense. Ansi, dans l'acide sulfurique très-étendu, le fer, qui est moins attaqué que le zinc et qui l'est plus que le cuivre, donne lieu avec chacun de ces métaux à un courant plus faible que celui qui résulte de la réunion du cuivre et du zinc. Il est un grand nombre d'exceptions apparentes à cette loi, mais elles s'expliquent parfaitement bien, si l'on tient compte en même temps des autres causes de variation. Le platine, par exemple, donne lieu avec le zinc à un courant plus faible que celui que produirait le cuivre dans les mêmes circonstances; cependant il y a bien plus de différence entre l'action du liquide sur le zinc et celle qui a lieu sur le platine, qu'entre l'action de ce même liquide sur le zinc et celle qui s'exerce sur le cuivre; mais nous verrons bientôt que l'électricité, surtout si elle est faible (comme celle d'un seul couple), éprouve une diminution d'intensité bien plus considérable en passant du platine dans un liquide,

Digitized by Google

qu'en passant du cuivre dans ce même liquide, et cette diminution est telle qu'elle compense et même surpasse l'augmentation qui serait due à la propriété que possède le platine d'être moins attaquable que le cuivre.

J'anticiperai un instant sur les résultats que je dois exposer plus loin pour montrer ici la vérité de cette explication. La facilité plus ou moins grande qu'éprouve le courant électrique à passer d'un métal dans un liquide ne dépend pas seulement de la nature relative de ces deux substances, mais aussi de l'étendue de la surface métallique en contact avec le liquide. Par conséquent, l'on peut augmenter la surface du conducteur de platine par rapport à celle du cuivre, de telle manière que le courant ne perde pas davantage de son intensité, que ce soit de l'un ou de l'autre de ces deux métaux qu'il passe dans le liquide. Le rapport qui existe dans ce cas entre les surfaces du platine et du cuivre qui sont plongées dans le liquide est donc tel, que l'effet dû au changement de conducteur est le même pour tous les deux (1). Or, si l'on forme avec deux surfaces de zinc parfaitement égales et semblables en tout point, deux couples, dont l'un ait pour métal négatif le platine, et l'autre le cuivre avec une sur-

(1) Comme le rapport qui doit exister entre deux surfaces hétérogènes pour obtenir cette égalité, n'est pas le même pour toutes les intensités de l'électricité, il faut avoir soin de le déterminer pour le cas dont il s'agit, avec un courant électrique à peu près de même énergie que celui qu'on obtiendra avec les deux couples dont il est question immédiatement après.

Digitized by Google

face plus petite que celle du platine dans la proportion que nous venons de déterminer, on trouvera, comme je m'en suis assuré plusieurs fois, que le premier couple (c'est-à-dire celui où entre le platine) donne lieu à un courant plus fort que le second; car il n'y a plus alors que la différence dans l'action chimique, c'est-à-dire la cause dont nous considérons l'influence, qui agisse : nous avons éliminé ce qui était dû à la seconde cause de variation, savoir le changement de conducteur. C'est de la même manière qu'on peut expliquer les différentes anomalies qu'a rencontré M. Marianini en étudiant l'intensité des courans qui sont produits par des couples composés de différens métaux. On trouverait de même d'autres irrégularités apparentes et analogues à celles que nous venons de citer, si l'on employait différens liquides comme conducteurs; car tel liquide qui présente une plus grande différence qu'un autre dans l'intensité de son action chimique sur chacun des deux métaux du couple, peut donner naissance avec le même couple à un courant moins fort, soit parce que sa propre conductibilité est moindre, soit parce qu'il présente un plus grand obstacle à l'électricité qnand elle change de conducteur.

On peut donc poser en principe que l'une des causes qui déterminent l'intensité du courant voltaïque est l'action chimique du liquide, en ce sens que, toutes les autres circonstances étant les mêmes, plus cette action est différente dans son énergie sur chacune des deux portions solides du couple, plus le courant est intense.

Digitized by Google

SECONDE CIRCONSTANCE QUI INFLUE SUR L'INTENSITÉ.

Changement de Conducteur.

Toutes les fois qu'un courant passe d'un conducteur solide dans un liquide, ou inversement du second dans le premier, il perd une certaine partie de son intensité, et cette perte, due uniquement au changement de conducteur, est complètement indépendante de la plus ou moins grande conductibilité des deux substances. C'est ce que j'ai démontré dans un précédent Mémoire, en mettant sur la route de l'électricité dans un liquide conducteur, des diaphragmes métalliques que le courant était obligé de traverser. Un galvanomètre placé dans le circuit, indiquait toujours dans ce cas une diminution dans la force du courant, diminution qui était plus ou moins considérable suivant certaines circonstances (1). Comme dans un couple voltaïque, le circuit que le courant est obligé de parcourir est toujours mixte, la cause de variation que nous venons d'indiquer doit toujours exercer cette influence sur l'intensité du courant, et c'est cette influence qu'il faut chercher à apprécier. Dans ce but, nous allons étudier le phénomène lui-même sous les différens points de vue qu'il peut présenter. Nous chercherons d'abord les lois générales auxquelles il est soumis et qui ne dépendent point de la nature du métal ni de celle du liquide qu'on emploie, mais qui sont les mêmes quel que soit ce métal et ce liquide; nous examinerons ensuite quelle influence exerce sur cette plus

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXVIII, p. 208 et suivantes.

Digitized by Google

ou moins facile transmission du courant la nature relative des substances solides et liquides qui forment par leur réunion le conducteur mixte.

1°. *Lois générales du phénomène.*

Dans le Mémoire que je viens de rappeler, j'avais énoncé deux lois dont plusieurs expériences faites, depuis lors, avec différens liquides et solides, m'ont confirmé la réalité.

D'après la première, la perte qu'éprouve l'électricité en passant un certain nombre de fois d'un conducteur solide dans un liquide, est d'autant moindre que le courant est plus intense; elle n'est, par conséquent, jamais la même partie aliquote de l'intensité originelle de ce courant.

Suivant la seconde, de deux courans de même intensité, celui qui a déjà subi le plus grand nombre de ces changemens de conducteurs, diminue moins d'intensité que l'autre par une nouvelle alternative.

Après avoir reconnu l'existence de ces deux lois, il m'avait été facile d'en déduire quelques conséquences sur l'explication des différens effets de la pile, et sur les propriétés des piles à grandes surfaces et à plaques nombreuses, conséquences que j'avais confirmées par des expériences directes.

Dans une publication à-peu-près simultanée avec la mienne (1), M. Marianini était arrivé, par une marche

(1) Le travail de M. Marianini a paru sous la forme d'un volume in-8° imprimé, comme l'indique la date, le 8 juin 1825, sous le titre de *Saggio di experienze electro-me-*

Digitized by Google

toute différente, à quelques résultats analogues à une partie des miens ; en particulier, il avait énoncé le principe que l'affaiblissement partiel au passage d'un couple dans un autre, est d'autant moindre que le courant a déjà traversé un nombre plus grand d'alternatives ; mais il ne me paraît point qu'il ait indiqué ni qu'il résulte de ses expériences que la diminution d'intensité qu'éprouve le courant dans un changement de conducteur, est d'autant moindre que l'électricité elle-même, par une cause quelconque, est plus forte.

---

triche. Mon Mémoire a été publié dans le Cahier de février 1825 des *Annales*, c'est-à-dire quatre mois avant. Ce n'est que dans l'été de 1826 que j'ai eu connaissance des recherches de M. Marianini, par l'envoi qu'il voulut bien me faire de l'ouvrage que je viens de citer. Depuis lors, je me suis assuré qu'une portion de ses recherches avaient paru dans le *Journal de Physique et de Chimie* de Pavie, sous forme d'un extrait, mais d'un extrait qui ne pouvait point faire juger du travail lui-même, vu sa brièveté et l'absence complète de toute relation d'expériences. C'est dans le Numéro intitulé : 1^er^ *bimestre* de 1825, qu'a eu lieu la publication de cet extrait, c'est-à-dire qu'elle est postérieure à la mienne ou tout au plus simultanée. Au reste, cette discussion de priorité est bien insignifiante, car il est facile à tout lecteur intelligent de juger par la marche complètement différente que nous avons suivie, M. Marianini et moi, que si nous sommes arrivés à quelques conséquences semblables, c'est que la nature de notre sujet devait naturellement nous y conduire. Nos travaux, au contraire, peuvent se servir mutuellement de preuve dans le petit nombre de points de contact qu'ils présentent.

Digitized by Google

M. Marianini ne fait non plus que supposer, sans le prouver, par une expérience directe, comme je l'ai fait, qu'on peut assimiler un conducteur imparfait à un certain nombre d'alternatives de substances plus ou moins conductrices, ce qui explique l'avantage qu'il y a à employer, pour les effets physiques et physiologiques, des piles à plaques nombreuses. Je me permettrai aussi de remarquer que les conséquences générales auxquelles arrive M. Marianini, sont déduites d'expériences faites tellement en petit, que l'on pourrait douter de leur exactitude, si on ne les avait pas obtenues sur une plus grande échelle; et je ne sais pas, non plus, si l'on peut regarder le rapport qui existe entre les angles de déviation que décrit l'aiguille aimantée, comme égal à celui qui règne entre les intensités des courans qui produisent ces déviations. Observons en outre que la formule que M. Marianini donne comme exprimant l'effet d'un appareil voltaique, n'est exacte que lorsque la pile est très-faible, c'est-à-dire, lorsqu'il s'agit du cas même sur lequel la formule est basée; mais que, dès que l'effet de l'appareil est énergique, la formule est toujours en défaut et très-loin de la vérité, ce qui provient, je crois, de ce que M. Marianini a admis comme principe, ainsi que je l'ai dit au commencement, la proportionnalité entre les forts et les faibles effets de l'électricité.

Les deux lois que j'ai rapportées plus haut ne sont relatives, la première, qu'à la nature de l'électricité, et la seconde, qu'au nombre des alternatives. J'ai désiré déterminer celle qui dépend de l'étendue de la surface des plaques en contact avec le liquide. On sait déjà, et la première notion de ce fait est due à MM. Gay-Lussac et

Digitized by Google

Thenard (1), que, plus cette surface de contact est grande, plus le courant transmis est énergique; mais, suivant quelle loi l'intensité du courant augmente-t-elle avec l'étendue de la surface plongée; c'est ce que j'ai désiré déterminer, en cherchant d'abord si elle ne serait pas simplement proportionnelle à cette surface. Pour résoudre la question, j'ai plongé dans un verre rempli d'un liquide conducteur, deux lames de platine d'un pouce carré de surface et distantes de quatre lignes l'une de l'autre; j'appellerai cet appareil le *système simple*; d'autre part, dans deux autres verres parfaitement semblables aux premiers, et remplis du même liquide, j'ai plongé aussi deux lames de platine placées à la même distance l'une de l'autre, mais ne présentant qu'une surface d'un demi-pouce carré en contact avec le liquide; j'ai réuni métalliquement, deux à deux, celles des lames de platine qui plongeaient dans les verres différens, et non dans les mêmes, et j'ai appelé cet appareil *système double*; j'ai appelé de même *système triple* celui dans lequel on a six lames plongeant seulement d'un tiers de pouce, et deux par deux, dans trois verres différens, et réunis métalliquement trois à trois. Dans tous ces systèmes, la somme totale des surfaces en contact avec le liquide est la même; et les distances des lames opposées sont aussi partout les mêmes, c'est-à-dire, de quatre lignes; la seule différence, si l'on met séparément ces divers systèmes dans le circuit voltaïque, consiste en ce que le courant électrique, dans le premier cas, passe d'une seule lame dans l'autre; que, dans le

(1) *Recherches physico-chimiques*, t. 1, p. 19.

Digitized by Google

second, il se partage entre les deux lames qui sont réunies par un conducteur métallique auquel aboutit l'un des pôles, et passe dans les deux opposées réunies de même et communiquant avec l'autre pôle; que, dans le troisième, il se partage entre les trois lames réunies aussi métalliquement, pour passer dans les trois opposées. Si l'intensité du courant électrique est directement proportionnelle à l'étendue de la surface en contact avec le liquide, les trois systèmes doivent être également conducteurs; car alors la somme des deux parties égales du système double, conduisant comme le système simple tout seul, cela veut dire que la faculté conductrice de chacune n'est que la moitié de celle du système simple, c'est-à-dire qu'elle est proportionnelle aux surfaces. De même, si la somme des trois parties égales du système triple conduit comme le système simple, cela signifie que le pouvoir conducteur de chacune n'est que le tiers de celui du système simple; et comme la surface de chaque portion du système triple n'est que le tiers de la surface totale du système simple, nous trouverions encore ici la loi cherchée de la proportionnalité.

Mais il n'en est point ainsi; plusieurs essais que j'ai faits avec différens liquides, tels que l'acide nitrique étendu et concentré, et avec des courans de diverses énergies, m'ont montré que, tantôt l'un des systèmes, tantôt l'autre était le meilleur conducteur, et que cette différence dans leur faculté de transmettre l'électricité, ne dépendait que d'une seule circonstance : l'intensité du courant qui les traversait. Ainsi, pour un courant faible, le système simple était meilleur conducteur que le double et que le triple; pour un courant un peu plus

Digitized by Google

fort, le triple était meilleur que le simple, mais celui-ci était encore un peu meilleur que le double ; enfin, pour un courant encore plus fort, le simple finissait aussi par être moins bon conducteur, non-seulement que le triple, mais aussi que le double. Quoi qu'il en soit, nous pouvons seulement dire généralement que, lorsque l'intensité de l'électricité en mouvement n'est pas considérable, un système simple la transmet mieux qu'un système multiple, et que si elle est considérable, c'est le système multiple qui la transmet plus facilement.

Il est un degré d'intensité pour lequel les deux systèmes sont également bons conducteurs. A partir de ce point d'équilibre, si le courant augmente de force, c'est le système double ou triple ; s'il diminue, c'est le système simple qui occasione la perte la moins grande d'électricité par le changement de conducteur.

Il est fâcheux que l'on n'ait pas encore, pour l'électricité, un galvanomètre analogue à ce qu'est le thermomètre pour le calorique, c'est-à-dire un instrument comparateur. Nous en sentons déjà ici le besoin pour indiquer les degrés d'intensité des courants électriques qui jouissent des propriétés dont nous venons de parler. Il est impossible de les indiquer autrement, comme, par exemple, par le nombre de paires voltaïques capables de produire ces effets, car il est tant d'autres circonstances outre celles-là qui peuvent faire varier l'énergie de l'appareil voltaïque, que cette indication est tout-à-fait insuffisante. Je suis donc obligé, pour le moment, de rester dans les termes généraux dont je me suis servi ci-dessus ; je me bornerai seulement à remarquer qu'une pile de dix paires, si elle est fortement chargée avec un

Digitized by Google

mélange de quarante parties d'eau, d'une d'acide sulfurique, et d'une d'acide nitrique, peut, selon qu'on se sert de deux, de trois, ou enfin des dix couples en totalité, présenter successivement tous les degrés d'intensité nécessaires pour obtenir les phénomènes que j'ai décrits plus haut. Je les ai aussi obtenus avec une pile de quarante paires faiblement chargées; le point d'équilibre se trouvait en employant seulement vingt paires; et le courant de dix comme celui de quarante donnait lieu à une plus grande conductibilité de l'un ou de l'autre système. Enfin, pour citer encore un exemple, je dirai qu'avec de l'acide nitrique concentré, le système simple conduisait mieux que le triple, quand le courant, en passant seulement au travers du premier, faisait dévier l'aiguille de mon galvanomètre de 60°; que, lorsque la déviation, dans les mêmes circonstances, était de 65°, il y avait égalité de conductibilité, et que, lorsqu'elle était de 70°, et mieux encore de 75°, de 85° et au dessus, le système triple conduisait mieux que le simple, c'est-à-dire, que la déviation de l'aiguille était environ de 10° plus forte en faveur du premier. Mais à quels degrés exacts d'intensité correspondent les indications de mon galvanomètre, c'est ce que je ne saurais dire avant qu'on s'entende sur la manière de comparer les intensités.

Pour déterminer la conductibilité relative des deux systèmes, je me servais d'une pile dont l'action pouvait être regardée comme constante pendant la durée de l'expérience, et je plaçais alternativement l'un ou l'autre des systèmes que je voulais éprouver dans le circuit; je comparais, dans les deux cas, l'effet du courant sur l'aiguille du galvanomètre, et, par cette comparaison, il

Digitized by Google

m'était facile de juger dans quel cas le courant avait le moins perdu. Mais, sans abandonner cette méthode qui m'a été souvent fort utile, je me suis servi aussi avec beaucoup d'avantage pour ces recherches et pour celles qui vont suivre, d'un double galvanomètre analogue à celui avec lequel M. Becquerel a comparé la conductibilité des fils métalliques (1). On est, par l'emploi de cet instrument, complètement indépendant des variations de la pile, puisque les deux corps ou systèmes de corps dont on veut comparer la conductibilité, se trouvent en même temps dans le circuit, c'est-à-dire, plutôt, qu'ils appartiennent à deux circuits entre lesquels le courant doit se partager, et entre lesquels il se partagera d'une manière parfaitement égale s'ils sont également conducteurs; dans ce cas, l'aiguille sera sans mouvement, parce que les fils qui l'entourent et qui servent de conducteurs aux deux courans sont disposés de telle manière, que ces courans vont en sens inverse l'un de l'autre, et que, par conséquent, leur effet est nul s'ils sont égaux. Si l'un est plus fort que l'autre, l'aiguille se meut en vertu de la différence, et le sens de sa déviation indique lequel des deux est le plus fort. On peut concevoir, par le peu que je viens de dire, combien cet appareil est sensible pour indiquer les plus petites différences de conductibilité; car, le courant ayant toujours à choisir entre deux conducteurs, pour peu que l'un soit meilleur que l'autre, c'est celui-là qu'il traversera en grande partie; mais avant de se servir de cet instrument, il faut avoir soin de s'assurer que, par lui-même, et

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXII, p. 420.

Digitized by Google

lorsque les deux circuits sont parfaitement semblables en tout, il ne donne pas lieu à un mouvement de l'aiguille par l'effet d'un courant d'une intensité quelconque.

L'emploi successif des deux méthodes que je viens d'exposer m'a conduit exactement aux mêmes conséquences; mais la seconde m'a donné des résultats plus précis et plus constans. Ce phénomène qui nous montre que, de deux systèmes, l'un peut être meilleur conducteur que l'autre pour une certaine intensité, et moins bon pour une intensité différente, paraît, au premier coup-d'œil, bien bizarre; néanmoins, je crois qu'on peut l'expliquer facilement en examinant bien en quoi il consiste. En effet, il semble nous indiquer que, lorsque le courant est faible, l'accroissement d'intensité qu'on obtient en augmentant la surface suit une progression plus rapide que l'augmentation de la surface, et que c'est l'inverse quand le courant est fort; car nous voyons que la surface totale possède une conductibilité plus que double, dans le premier cas, et moins du double, dans le second, de celle d'une surface moitié plus petite. Or, l'effet des surfaces qui est d'augmenter la facilité de transmission du courant doit agir plus puissamment lorsque le courant est faible que lorsqu'il est fort, parce que l'électricité, lorsqu'elle est peu intense, éprouve, d'après la première des lois que nous avons déjà reconnues, une difficulté proportionnellement plus grande à changer de conducteur.

Nous trouvons une application, et je dirai une confirmation de tous les faits que nous venons d'exposer, dans la remarque qui avait été faite par le Dr Wollaston, que l'on augmente beaucoup, dans une pile, l'intensité du cou-

Digitized by Google

rant, en donnant au cuivre une surface plus grande qu'au zinc. M. Marianini a trouvé que la limite d'augmentation n'avait lieu que lorsque le cuivre avait une surface sept à huit fois plus grande au moins que celle du zinc. Le courant électrique qui parcourt le circuit éprouve une certaine difficulté à passer du cuivre et du zinc dans le liquide; et, comme nous le verrons plus tard, cette difficulté est beaucoup plus grande pour le cuivre; par conséquent, en donnant une plus grande dimension à la surface de ce métal, on compense ainsi sa moindre facilité à transmettre le courant : ceci est une conséquence bien simple de ce qui précéde. Mais si le courant est fort, l'augmentation due à la surface devra, d'après ce que nous venons de voir, être beaucoup moins sensible; c'est ce dont je me suis assuré directement. Dans ce but, j'ai fait construire deux élémens voltaïques à très-grandes surfaces; mais, dans l'un, la surface du zinc n'est que la moitié, et, dans l'autre, que le quart de celle du cuivre, celle-ci étant la même pour tous les deux. Ces deux appareils, plongés dans le même liquide, donnent lieu à des effets qui ne présentent pas de différence sensible dans leur intensité respective quand le courant est faible; mais si on les plonge dans des liquides qui agissent plus activement, le courant devenant beaucoup plus fort, la pile dont le zinc présente à l'action une plus grande surface, produit des effets plus intenses que l'autre, quoiqu'elle ait proportionnellement une surface de cuivre moins étendue; ce résultat provient évidemment de ce que, dans le cas d'une grande intensité, la facilité de transmission que procure une étendue plus considérable de la surface

Digitized by Google

en contact avec le liquide, est proportionnellement beaucoup moindre.

Nous pouvons donc conclure de ce qui précède :

1°. Que généralement une augmentation de surface facilite la transmission du courant.

2°. Que l'augmentation d'intensité qui résulte de la plus grande étendue de la surface, croît dans un rapport plus grand que la surface elle-même, quand le courant est faible.

3°. Qu'elle croît dans un rapport moindre, quand le courant est intense.

4°. Que, vu l'absence du galvanomètre comparateur, il est impossible d'indiquer quelle est l'intensité d'électricité à laquelle le rapport commence à changer de grandeur; intensité qui, d'ailleurs, est variable, et dépend de la nature du métal et du liquide qui transmettent le courant.

4°. Qu'il résulte du 2° et du 3°, que, par l'augmentation de la surface métallique en contact avec le liquide, on gagne proportionnellement davantage quand l'électricité en mouvement est peu intense, que lorsqu'elle est très-forte.

2° *Influence de la nature relative des conducteurs solides et liquides, sur la diminution d'intensité qu'éprouve le courant*, QUAND IL EST TRANSMIS DES UNS AUX AUTRES.

Indépendamment des causes générales de variation dont nous venons de parler, l'intensité du courant électrique dépend aussi de la nature relative des substances solide et liquide que le courant traverse quand il change

Digitized by Google

de conducteur. L'intensité de l'électricité transmise variera suivant le métal qu'on mettra dans un liquide toujours le même, ou suivant le liquide qu'on interposera entre deux mêmes lames métalliques. Il y a même diminution d'intensité dans le passage du courant d'une substance liquide dans une autre contiguë à la première, ou dans sa transmission au travers d'un conducteur mixte composé de deux substances solides hétérogènes, mises aussi en contact par un ou plusieurs points de leur surface. Les résultats généraux que je viens d'indiquer, ont été tous obtenus en tenant compte des différences que peut présenter la conductibilité propre de chaque substance, et de toutes les causes qui pourraient influer sur l'intensité du courant, autres que celle qui provient du simple changement de conducteur.

Pour pouvoir saisir les plus légères variations d'intensité, et obtenir ainsi des résultats plus décisifs, il faut comparer les diverses substances sous le rapport de la facilité qu'elles présentent à transmettre l'électricité de l'une à l'autre, avec un courant très-faible, puisqu'alors la perte que ce courant éprouve étant proportionnellement plus grande, les différences sont plus sensibles. J'ai fait un assez grand nombre d'expériences sur ce sujet avec plusieurs substances métalliques, le *platine*, l'*or*, l'*argent*, le *mercure*, le *cuivre*, le *fer*, le *plomb*, l'*étain* et le *zinc*, et avec différens liquides, tels que les acides *nitrique*, *sulfurique* et *hydrochlorique*, soit purs, soit étendus d'eau, l'acide *acétique*, l'*ammoniaque*, la *potasse*, certains sels dissous, comme le *muriate de soude*, celui d'*ammoniaque*, et quelques *sulfates* et *nitrates*. Ces expériences ont été faites avec des piles de différentes

Digitized by Google

forces, depuis la pile à un seul élément jusqu'à celle composée de 120 paires; enfin, dans chaque cas, j'ai examiné l'effet de plusieurs alternatives du métal que j'éprouvais avec le liquide dans lequel il plongeait. Ce nombre d'alternatives a été quelquefois jusqu'à huit et rarement au-delà. Si l'on fait attention à toutes les expériences qui résultent des combinaisons diverses que l'on peut former en comparant successivement chaque métal avec chaque liquide, si l'on songe que j'ai dû faire cette comparaison avec une et plusieurs alternatives du métal et du liquide, et avec des courans de diverses forces, depuis celui qui est produit par 1, 2, 3, 4, 5, 10 et 20 paires, jusqu'à celui auquel donne lieu une pile de 40, 60 et 120 couples, on comprendra facilement qu'il me faudrait dépasser beaucoup les bornes d'un simple Mémoire, pour pouvoir rapporter une partie seulement des résultats que j'ai déjà réunis sur cet objet, dont je m'occupe avec assiduité depuis plus d'une année, et sur lequel je cherche à augmenter le nombre de mes observations.

Pour le moment, j'indiquerai seulement quelques-uns des résultats que j'ai obtenus en comparant la conductibilité relative de divers systèmes composés du même métal et de différens liquides, ou du même liquide et de différens métaux. Je me suis servi également, comme plus haut, et du galvanomètre simple, en faisant les expériences successivement l'une après l'autre, et du galvanomètre double qui permet de faire les expériences simultanément, et au moyen duquel les comparaisons sont souvent plus exactes, dans certains cas surtout, comme lorsqu'on emploie un courant qui, par sa nature, est susceptible de variations assez brusques, par exem-

Digitized by Google

ple, un courant très-intense et produit par un petit nombre de couples.

J'ai commencé par comparer les différens liquides entr'eux avec des lames de platine, métal inattaquable à peu près par tous. Dans ce but, je me servais de petits verres cylindriques d'un pouce au moins de diamètre, remplis du liquide soumis à l'expérience, et dans lesquels plongeaient verticalement et parallèlement l'une à l'autre deux lames de platine placées à une distance de 4 lignes environ. Chaque lame présentait toujours au liquide la même surface d'un pouce carré, ou plutôt de 2 pouces carrés, si l'on tient compte des deux côtés différens. Si l'on voulait éprouver l'effet de plusieurs alternatives du platine et du liquide, on avait, les uns à côté des autres, plusieurs verres semblables qu'on réunissait par des lames de platine recourbées, de manière à présenter toujours dans chaque liquide une surface verticale et d'un pouce carré. Tous ces arcs étaient fixés à la suite les uns des autres au moyen d'une tige en bois verni, afin que les lames appartenant à deux arcs différens et plongeant dans le même verre fussent toujours à la même distance, et que tout l'appareil fût parfaitement fixe. Il était facile de mettre dans le circuit 2, 4, 6, 8 ou un plus grand nombre de lames parallèles (ce qui correspond à une, deux, trois, quatre alternatives), au moyen de petites tiges de cuivre soudées en travers, et au milieu de chaque arc, et perpendiculairement à la longueur de la tige de bois; l'appareil, dans son entier, est construit exactement comme une pile à auges, si ce n'est que les métaux sont partout homogènes. Telle est la manière dont j'ai arrangé

Digitized by Google

tous les métaux que j'ai éprouvés en les plongeant dans divers liquides; seulement il me fallait toujours deux appareils parfaitement semblables, pour comparer un même métal avec différens liquides, lorsque cette comparaison se faisait par deux expériences simultanées; c'est, par exemple, ce qu'il m'a fallu faire pour le platine.

De tous les liquides, l'acide nitrique est celui qui, placé entre les deux lames de platine, diminue le moins l'intensité du courant, quoiqu'il y ait cependant encore une perte sensible. Vient ensuite l'acide hydro-chlorique, puis le sulfurique. L'acide nitrique pur et beaucoup étendu la diminue davantage que l'acide concentré, et au contraire l'acide sulfurique, même très-étendu, la diminue moins que le même acide concentré. Après les acides dont je viens de parler, on peut placer la potasse et l'ammoniaque qui ne diffèrent presque pas, et les solutions salines qui sembleraient faciliter plus que les alcalis, mais toujours moins que les acides, la transmission du courant électrique.

Je ne dois pas oublier de montrer comment les résultats que j'ai obtenus sont à l'abri de toute influence qui pourrait provenir du pouvoir conducteur des liquides eux-mêmes. Je me suis d'abord assuré directement que le courant qui était transmis au travers de chacun des liquides dont je me suis servi, ne diminuait pas sensiblement d'intensité, quand on augmentait la longueur du trajet qu'il avait à parcourir dans ce liquide : tant du moins que la masse liquide présentait partout une section normale d'un pouce carré au moins, et que la longueur de la colonne liquide comprise entre les deux

Digitized by Google

pôles ne dépassait pas un pied. S'il est vrai qu'une augmentation du double, du triple et au delà, dans le nombre des molécules liquides que le courant est appelé à traverser, ne change pas son intensité, nous en devons conclure que la perte qu'éprouve dans ce cas l'électricité est nulle ou à peu près nulle, quant à ce qui dépend du pouvoir conducteur, et que toute la différence qui existe entre la conductibilité d'un circuit mixte et celle d'un circuit tout métallique, provient de la difficulté qu'éprouve le courant à passer du conducteur solide dans le liquide, et nullement des obstacles que lui présente le conducteur liquide. Nous en aurons bientôt une preuve encore plus frappante, quand nous verrons qu'on peut avoir un conducteur mixte aussi bon qu'un métallique, en rendant nulle ou insensible la perte due au changement de conducteur. Au reste, nous reviendrons, lorsque nous nous occuperons de la conductibilité propre des liquides, sur ce point d'autant plus important, que les idées généralement reçues sont tout-à-fait opposées à ce que je viens de dire, et qu'on a presque toujours attribué à l'imparfaite conductibilité des liquides la diminution d'intensité, dont la très-grande partie est due seulement au changement de conducteur.

Une expérience bien simple peut démontrer directement ce que nous venons de dire : si l'on met dans le circuit voltaïque, au moyen de fils de platine de même longueur et de même diamètre, de l'acide sulfurique et de l'acide nitrique, l'un et l'autre très-purs, en ayant soin que ces acides soient placés dans des tubes parfaitement semblables, on trouve que l'acide sulfurique

Digitized by Google

est beaucoup moins bon conducteur que le nitrique, et qu'une diminution, quelle qu'elle soit dans la longueur du trajet au travers du premier, loin de compenser la différence, n'exerce pas même sur elle une influence sensible. Mais si, avant de mettre les fils de platine dans l'acide sulfurique, on les trempe dans de l'acide nitrique, alors la conductibilité des deux systèmes est presque égale, tant du moins que la petite couche d'acide nitrique qui se trouve autour des fils n'est pas encore toute dissipée; ce qui nous prouve que la grande différence que l'on avait remarquée en premier lieu provenait presque toute de la difficulté plus grande qu'éprouve le courant à passer du platine dans l'acide sulfurique, difficulté beaucoup moindre pour l'acide nitrique (1).

Si l'on veut se mettre tout-à-fait à l'abri des légères différences qui peuvent exister dans la conductibilité propre des liquides, on n'a qu'à, en laissant constante l'étendue du trajet du courant au travers du liquide, multiplier simplement le nombre des alternatives. Voici quelques résultats obtenus avec 0, 1, 2 et 3 alternatives. J'appelle 0 alternative, le cas dans lequel les deux lames de platine plongent simplement dans le même verre; 1 alternative, quand elles plongent dans deux verres différens réunis par une alternative de platine, comme

(1) Dans ce cas, l'aiguille du double galvanomètre se déviait à peine de quelques degrés en faveur de l'acide nitrique; tandis que, dans l'autre cas, la déviation était de 90°; tout le courant à peu près passait par l'acide nitrique, et ce qui passait par l'acide sulfurique n'était pas sensible.

Digitized by Google

je l'ai indiqué plus haut, et ainsi de suite pour 2 et pour 3 alternatives.

Les tableaux qui suivent indiquent les degrés de déviation de mon galvanomètre, correspondans au liquide soumis à l'expérience et au nombre d'altervatives de platine que le courant est obligé de traverser dans son trajet dans ce liquide.

Les résultats comparables entr'eux sont ceux dans lesquels l'angle de déviation de l'aiguille, c'est-à-dire la force du courant est le même, ou à peu près le même pour le cas où il n'y a point d'alternative. On peut alors voir, en partant de cette égalité, ce que devient l'intensité de chaque courant dans un liquide donné, pour une augmentation dans le nombre des alternatives.

J'ai compris entre deux lignes horizontales ceux de ces divers résultats qui sont comparables entr'eux, et je me suis borné pour le moment à dresser deux tableaux, dont l'un contient les expériences qui ont été faites avec une pile de 20 paires, et l'autre celles qui qui ont été faites avec une pile de 40 paires.

Expériences avec une pile de 40 paires.

Nombre des alternatives.	0	1	2	3
Acide nitrique concentré..	65°	61°	59°	57°
Acide sulfurique *idem*....	64	56	48	40
Acide sulfurique étendu...	62	59	52	44
Ammoniaque.....	64	53	46	36
Acide acétique.....	61	47	38	29
Acide nitrique concentré..	74°	72°	70°	68°
Acide sulfurique étendu...	74	70	67	62
Acide nitrique concentré..	77°	76°	74°	72°
Acide sulfurique *idem*....	78	76	74	69

Digitized by Google

Expériences avec une pile de 20 paires.

Nombre des alternatives.	0	1	2	3
Acide nitrique concentré	67°	61°	52°	41°
Acide sulfurique *idem*	72	63	44	12
Ammoniaque	64	45	34	23
Acide sulfurique concentré.	52°	31°	7°	à peine sensible.
Idem étendu	52	36	13	3°
Acide nitrique concentré	78°	74°	69°	61°
Idem étendu	78	73	67	53
Acide hydro-chlorique	77	73	68	57

Il résulte de l'inspection de ces tableaux, ce que nous savions déjà, que la perte d'intensité qu'éprouve l'électricité est proportionnellement beaucoup plus forte quand le courant est produit par la pile de 20 paires, que lorsqu'il provient de celle de 40. C'est ce qui fait que, d'un autre côté, les différences qui sont dues à la diversité des liquides, sont beaucoup plus sensibles dans le second tableau que dans le premier. Non-seulement ces différences sont beaucoup plus grandes, comme on peut le voir facilement, et en particulier par la comparaison de l'acide sulfurique concentré et étendu, mais même nous voyons que tel liquide comme l'ammoniaque qui, dans le premier tableau, donne lieu à une diminution d'intensité du courant plus forte que l'acide sulfurique, donne lieu dans le second, avec le même nombre d'alternatives, à une diminution moindre que le même acide.

Cette anomalie n'est pas la seule que j'aie rencontrée; j'en rapporterai ici une autre qui probablement est au

Digitized by Google

fait la même que la première, et due à une cause semblable, mais qui se présente sous un aspect un peu différent et plus bizarre en apparence. Dans un système composé de trois alternatives avec l'acide sulfurique concentré, je substituai à deux des capsules remplies de l'acide une d'ammoniaque; le système ne renfermait plus alors que deux alternatives ou trois capsules réunies par des arcs de platine, savoir 2 d'acide et 1 d'ammoniaque. J'avais cru ne point changer la conductibilité du système par cette substitution, parce que je m'étais assuré d'avance que la conductibilité de l'ammoniaque sans alternatives était, dans le cas actuel, exactement la même que celle de l'acide sulfurique avec une alternative; c'est-à-dire, que le courant en passant au travers de l'un ou de l'autre donnait lieu à la même déviation de 65°; néanmoins il n'en fut pas ainsi : la conductibilité du système mixte fut trouvée plus grande que celle du système tout composé d'acide sulfurique; car, le courant de 65° sans alternative, devenait de 48° en traversant les deux alternatives du système mixte, 38° seulement par son trajet au travers des trois alternatives placées dans l'acide sulfurique. J'ai obtenu le même résultat en remplaçant l'ammoniaque par tout autre liquide de même conductibilité, un acide très-étendu d'eau, par exemple, et l'acide sulfurique par un autre conducteur aussi bon ou meilleur. Il me semble que ce résultat se lie intimement avec les changemens que nous avons observés dans la proportion dont un courant diminue en passant au travers d'un même nombre d'alternatives dans un liquide, changemens qui peuvent renverser l'ordre de la conductibilité relative

Digitized by Google

de deux systèmes semblables quand l'électricité change d'intensité. On peut déduire de ces expériences le fait général suivant : savoir, qu'un courant de même intensité diminue dans une proportion beaucoup moindre en traversant un certain nombre d'alternatives, quand il a été réduit à l'intensité qu'il possède en passant au travers d'un conducteur liquide imparfait sans alternative, que lorsqu'il y a été amené par son passage dans un bon conducteur avec une ou le nombre quelconque d'alternatives nécessaire pour lui donner la même intensité. Cette manière d'envisager la chose s'accorde bien avec ce que nous avions déjà dit, que le passage du courant au travers d'un conducteur imparfait, présente les mêmes circonstances et peut produire les mêmes effets que sa transmission au travers d'un nombre considérable d'alternatives ; c'est-à-dire, lui donne une facilité proportionnellement plus grande pour traverser d'autres alternatives, ou une étendue plus grande de ce même conducteur imparfait.

Un autre phénomène assez singulier m'a été présenté par un mélange de 2 parties égales d'acide nitrique et d'eau, placé entre les lames de platine et mis dans le circuit : ce liquide a d'abord donné lieu à un courant plus faible que si l'acide avait été concentré ; mais tout-à-coup l'aiguille s'est mise à marcher et à indiquer une déviation de 5° plus grande. Il n'y avait, dans ce cas, point d'alternative. L'appareil consistait simplement dans deux fils de platine qui plongeaient dans l'acide étendu. Ayant ôté le fil négatif et l'ayant exposé un instant à l'air, lorsque je le remis, le courant ne fut plus, au premier instant, aussi intense, et le *maximum* de déviation

Digitized by Google

n'eut lieu qu'un instant après. En ôtant et remettant le fil positif, le courant atteignait tout de suite son *maximum*. Je présumai que cela pouvait provenir de l'accumulation autour du fil négatif d'un peu d'acide nitreux qui, lorsqu'il avait formé sur le métal une couche de quelque épaisseur, facilitait la sortie du courant. Je vérifiai cette conjecture en plongeant dans cet acide le fil négatif avant que de le mettre dans la solution conductrice, et dans ce cas, en effet, où la couche était déjà toute formée, la déviation de l'aiguille atteignait immédiatement son *maximum*. Lorsque l'on plonge plusieurs alternatives de platine dans cet acide nitrique ainsi étendu d'eau, l'aiguille n'atteint pas non plus tout de suite à son *maximum* de déviation, et elle y arrive par des sauts brusques de 5° environ chacun, distincts les uns des autres, et en nombre égal à celui des alternatives; en effet, chaque augmentation successive dans l'intensité du courant, est déterminée par l'accumulation de la couche d'acide nitreux sur chaque surface métallique, d'où il résulte une transmission plus facile de l'électricité du métal dans le liquide.

Dans le but d'étudier ces anomalies et de saisir les plus légères différences que peuvent présenter les divers liquides sous le point de vue qui nous occupe, je me suis servi du double galvanomètre et de deux systèmes d'alternatives de platine semblables, plongeant dans des liquides différens. Ces deux systèmes étaient mis simultanément dans le circuit, et le courant se partageait entre eux dans une proportion dépendante de leur conductibilité propre. Dans ce cas, l'immobilité ou le sens de la déviation de l'aiguille du galvanomètre, indiquait quel

Digitized by Google

était le système que le courant traversait le plus facilement. Par cette méthode, je suis arrivé à des résultats analogues à ceux que m'avait fournis la simple comparaison entre les angles de déviation de l'aiguille du galvanomètre simple. Néanmoins, j'ai été plus loin, et j'ai cherché si l'on ne pouvait pas arriver à une égale conductibilité des deux systèmes composés de liquides différens, en compensant la meilleure conductibilité de l'un des deux, par une diminution dans la surface métallique en contact avec le liquide, ou par une augmentation dans le nombre des alternatives que le courant est obligé de traverser. Le premier mode de compensation, c'est-à-dire, l'augmentation de l'étendue de la surface ne m'a point ou du moins ne m'a que rarement réussi, excepté dans quelques cas, parce que les courans que j'employais étaient trop forts : ainsi, le système avec l'acide nitrique a toujours mieux conduit que celui avec l'acide sulfurique pour un nombre quelconque mais égal d'alternatives, quand même les surfaces en contact étaient dix fois moindres dans le premier que dans le second. L'autre mode de compensation, celui d'augmenter le nombre des alternatives dans le système le plus conducteur, m'a donné des résultats plus décisifs. En voici quelques exemples.

Les deux liquides que l'on compare sont l'acide sulfurique et l'acide nitrique concentré ; les lames de platine plongent également dans l'un et dans l'autre ; avec une alternative dans chacun, tout le courant passe par l'acide nitrique ; avec 1 dans l'acide sulfurique et 2 dans le nitrique, l'aiguille marque d'abord 30°, ensuite 20° de déviation en faveur de l'acide sulfurique. Chacun des sys-

Digitized by Google

tèmes, mis séparément dans le circuit, produit une déviation de 65°. Si nous doublons dans ce dernier cas le nombre des alternatives, dans chaque système, c'est-à-dire, que nous en mettions 2 dans l'acide sulfurique et 4 dans l'acide nitrique, l'aiguille marque 20° en faveur de l'acide nitrique. Le courant en passant simplement par l'un ou l'autre des deux systèmes, produit une déviation de 20° à 30°. Il résulte de là que la réunion de 2 alternatives dans l'acide sulfurique, conduit moins bien que 4 alternatives dans l'acide nitrique, quoiqu'une alternative du premier acide conduise mieux que deux du second, c'est-à-dire, que le conducteur formé de deux portions qui, séparément, conduisent mieux, est moins bon que celui qui est formé de deux élémens qui, séparément, ne conduisent pas si bien. Je crois que nous pouvons trouver l'explication de cette anomalie, en remarquant que le courant est plus fort dans le premier cas que dans le second, vu que dans celui-ci il est affaibli par le plus grand nombre d'alternatives qu'il est obligé de traverser. Or, nous avons vu qu'une différence dans l'intensité de l'électricité, change tous les rapports qui peuvent exister entre les conductibilités de systèmes semblables à ceux-ci; il n'est donc pas étonnant qu'il en soit de même ici. A l'appui de cette explication, je dirai qu'en me servant d'un courant plus faible dès son origine, j'ai trouvé que les deux alternatives de l'acide nitrique conduisent mieux que la simple alternative de l'acide sulfurique. Ainsi nous pouvons en conclure que tout système dans lequel l'acide sulfurique entre comme liquide, gagné ou perd proportionnellement plus par une différence dans l'intensité du courant

Digitized by Google

que le système dans lequel le liquide est l'acide nitrique.

Je ne pense pas qu'il soit nécessaire de dire que trois alternatives dans l'acide nitrique, conduisent moins bien qu'une et mieux que deux, mises dans l'acide sulfurique.

L'acide hydro-chlorique et le nitrique m'ont fourni aussi dans leur comparaison quelques résultats intéressans. Avec une alternative dans chacun, on obtient 48° du côté de l'acide hydro-chlorique, la force du courant transmis séparément par l'un ou par l'autre étant de 75°; avec 2, 3 et 4 alternatives dans chacun, on obtient toujours quelques degrés de conductibilité de plus en faveur de l'acide hydro-chlorique; mais avec 5 alternatives on a 15° du côté de l'acide nitrique : le courant transmis séparément dans chaque système était alors de 30°. Ces expériences nous montrent que pour un nombre égal d'alternatives dans les deux, l'acide hydro-chlorique transmet mieux le courant que l'acide nitrique quand l'électricité est forte, moins bien quand elle est faible; phénomène qui a été constaté directement par l'emploi successif d'un courant très-intense et très-faible. On peut répéter facilement cette expérience en plongeant simplement deux lames ou fils de platine dans de l'acide hydro-chlorique, et deux autres dans le nitrique; dans un cas, celui où l'électricité est forte, le courant est transmis plus facilement par l'acide hydro-chlorique, et dans l'autre cas, celui où l'électricité est faible, c'est l'acide nitrique qui est meilleur conducteur.

Si ce Mémoire n'était pas déjà trop long, je pourrais exposer plusieurs autres résultats analogues en partie à ceux qui précèdent, et que j'ai obtenus aussi avec les

Digitized by Google

lames de platine. Je pourrais aussi parler des charges électriques diverses qu'acquièrent les alternatives au travers desquelles le courant est transmis, et dont j'ai toujours éprouvé l'intensité dans chaque cas différent. Cette espèce de propriété électro-dynamique que manifestent les conducteurs métalliques quand ils ont servi de passage au courant, m'a paru représenter assez bien dans l'électricité un phénomène analogue à cette phosphorescence qu'acquièrent certains corps quand ils sont exposés à la lumière ; mais il me faudrait entrer dans trop de détails pour justifier cette analogie éloignée : j'espère y revenir plus tard.

Il me resterait encore à parler des nombreux phénomènes que présente l'emploi qu'on peut faire de diverses substances solides pour transmettre l'électricité dans les liquides. J'avais déjà indiqué dans le Mémoire cité plus haut qu'une lame de cuivre transmettait plus facilement le courant électrique dans le liquide, qu'une lame de platine, et une de zinc plus facilement qu'une de cuivre ; et j'avais même ajouté que la facilité de transmission me paraissait dépendre de l'intensité de l'action chimique exercée sur le métal (1). Un assez grand nombre d'expériences m'ont depuis lors confirmé tout-à-fait dans cette idée. Pour saisir les plus légères différences, il vaut mieux, comme je l'ai déjà dit, se servir d'un courant très-faible. A cet effet, j'avais deux verres remplis du même liquide dans chacun desquels plongeait un des élémens d'un couple voltaïque, placés aux extrémités du fil d'un galvanomètre. En réunissant les deux li-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXVIII, p. 213.

Digitized by Google

quides par des arcs métalliques de même grandeur et de même surface, mais différens seulement par leur nature, je pouvais juger de la facilité plus un moins grande qu'éprouvait le courant à passer du liquide dans chacun d'eux, au moyen de l'amplitude des déviations de l'aiguille dans chaque cas. Ainsi l'arc de platine produisait avec un acide étendu une déviation de quelques degrés; l'argent un angle beaucoup plus grand, puis venait le cuivre, l'étain, le fer, le zinc; l'ordre suivant lequel on pouvait ranger ces métaux, m'a paru parfaitement semblable à celui du degré d'intensité de l'action chimique exercée sur chacun d'eux. Non-seulement la déviation de l'aiguille, mais la quantité de gaz hydrogène qui était dégagé sur l'élément négatif du couple mis en expérience, variait suivant la nature des arcs métalliques qui joignaient les deux verres; cette quantité était absolument nulle avec l'arc de platine, presque nulle avec celui d'or, et devenait d'autant plus considérable que l'arc métallique était plus attaquable.

Dans le but de montrer que la conductibilité propre du métal n'influe point sur le phénomène, je me suis servi, pour réunir les deux verres, tantôt d'un gros fil de platine de deux lignes de diamètre, tantôt d'un petit fil de plomb d'un quart de ligne de diamètre seulement: dans le premier cas, la déviation de l'aiguille était à peine sensible; dans le second, le courant était très-fort; cependant, même à diamètre égal, le fil de platine est beaucoup plus conducteur que celui de plomb, comme cela résulte des expériences de M. Becquerel (1);

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXII, p. 428.

Digitized by Google

mais le plomb est attaquable par ce liquide, et le platine ne l'est pas. Un arc de fer donne lieu à un courant plus intense qu'un arc de cuivre, quand on se sert successivement de chacun pour réunir les deux capsules où sont placés les élémens du couple voltaïque, dans le cas du moins où le liquide qui remplit les capsules est un acide étendu ou une solution saline; mais si ce liquide est de l'ammoniaque, le courant est à peine sensible quand les capsules sont réunies par une lame de fer, et il est très-fort quand c'est un arc de cuivre qui va de l'une à l'autre. C'est encore ici une conséquence de l'action chimique. Le fer transmet mieux que le cuivre dans le premier cas parce qu'il est plus attaqué; il transmet moins bien dans le second cas parce qu'il est moins attaqué.

Au reste, si l'on veut faire abstraction de l'intensité de l'action chimique sur laquelle on n'a jamais que des données vagues et hypothétiques, et si l'on désire se borner uniquement aux faits, on peut, je crois, établir d'une manière générale la relation suivante entre la propriété que possède un corps solide de transmettre l'électricité dans un liquide, et la nature de l'électricité qu'il acquerra dans ce liquide.

De deux surfaces métalliques homogènes ou hétérogènes plongées dans un liquide, celle qui transmet avec le moins de perte le courant électrique, est positive par rapport à l'autre dans ce même liquide, quand l'une et l'autre sont réunies de manière à former un couple voltaïque. On peut bien dire que c'est l'action chimique qui détermine également les deux phénomènes; il est probable qu'il en est ainsi, mais la loi, telle que je viens de l'indiquer, est indépendante de toute

Digitized by Google

hypothèse, et je l'ai trouvée juste dans tous les cas assez nombreux que j'ai eu l'occasion d'examiner.

J'aurais encore à parler des expériences que j'ai faites avec des courans plus intenses, sur les propriétés des divers métaux et des liquides relativement à leur faculté plus ou moins grande de transmettre l'électricité. J'ai, comme avec le platine, essayé l'effet d'une et de plusieurs alternatives ; j'ai rencontré aussi des anomalies analogues à celles dont j'ai parlé plus haut, et dont on peut, je crois, rendre compte de la même manière. Mais je ne m'y arrêterai pas d'avantage pour le moment: j'y reviendrai dans un deuxième Mémoire, qui aura pour objet spécial l'étude détaillée de la troisième circonstance qui influe sur l'intensité d'un courant, savoir la conductibilité propre du liquide, sujet qui est intimement lié, comme nous le verrons, avec celui qu'il nous reste à examiner pour compléter ce qui tient à l'étude de la seconde circonstance, savoir l'influence du changement de conducteur. Ce second travail est déjà très-avancé et sera achevé incessamment. Ce n'est qu'alors que je pourrai poser quelques conséquences générales, et déduire quelques principes des recherches qui ont fait l'objet du Mémoire actuel. Je réserve ces conclusions pour la fin de ce second travail.

Je ne terminerai pas néanmoins sans remarquer que mon père avait déjà observé, il y a un ou deux ans, l'influence de l'action chimique du liquide sur les lames métalliques qui y plongent, relativement à la facilité qu'elles produisent dans la transmission du courant électrique, non-seulement pour la production des effets magnétiques, mais aussi pour le développement des

Digitized by Google

autres effets, et en particulier de ceux de décomposition.

Je rappellerai, en terminant, qu'il résulte des expériences contenues dans le § 2, concernant l'*Influence de la nature relative des conducteurs solides, etc.*

1°. Que la diminution d'intensité qu'éprouve l'électricité en passant du platine dans un liquide, dépend de la nature de ce liquide;

2°. Qu'elle dépend de la force du courant électrique, de manière que tel liquide qui transmet mieux ce courant qu'un autre pour une certaine intensité, le transmet moins bien pour une intensité plus considérable ou plus faible;

3°. Que pour un métal et un liquide quelconque, la transmission de l'électricité de l'un à l'autre est d'autant plus facile, que le métal est plus attaquable par le liquide;

4°. Qu'indépendamment de l'action chimique, il existe une relation constante entre la facilité comparative de transmettre le couran télectrique dans un liquide, que possèdent deux corps solides, et la nature de l'électricité que chacun acquerra lorsqu'ils formeront l'un et l'autre un couple voltaïque dans ce même liquide.

Sur *la Composition de l'Acide carbazotique.*

Par M. Just. Liebig.

Quand on regarde la vérité comme base fondamentale de la science, il paraîtra toujours d'une vanité ridicule de la subordonner à une prévention d'esprit.

J'ai publié (*Annales de Chimie*; février 1827) des

Digitized by Google

recherches sur un acide particulier, dont la composition paraissait s'écarter des lois ordinaires des proportions définies, et contraire à la théorie atomistique. Bien loin de supposer que cette théorie soit la seule vraie, il faut cependant avouer, en examinant l'état où la chimie est arrivée, qu'aucune autre n'envisage les phénomènes d'une manière plus précise et plus satisfaisante, et qu'elle ne peut être remplacée, pour le moment, par une meilleure. Les idées sur la forme des atomes changeront à mesure des progrès de la science. Au temps de Lemery, on donnait aux molécules des acides la forme de petites lances recourbées à la pointe, et aux alcalis et aux bases la forme de corps ronds et poreux : la saveur acide, la neutralisation, tout était expliqué ; et dans les corps cristallisés, dans le nitre, par exemple, on voyait ces lances clairement. Des hommes illustres ont découvert, pour la théorie atomistique de notre temps, des soutiens d'une autre espèce, qui n'ont que peu de rapport avec la forme des molécules. Ces lois resteront, mais les noms se changeront.

D'après l'analyse de l'acide carbazotique, je le croyais composé de $12\frac{1}{2}$ atomes de carbone, $2\frac{1}{2}$ atomes d'azote et 16 atomes d'oxigène. Le nombre équivalent de l'acide s'accorde assez exactement avec l'analyse de ses sels, qui étaient assez multipliés pour qu'il ne pût rester aucun doute à cet égard; mais ayant fait dernièrement quelques nouveaux essais, j'ai observé que cet acide se volatilise à la chaleur de l'eau bouillante. Cette observation devait conduire nécessairement à la répétition des anciennes analyses, n'ayant pas eu égard à cette circonstance : dans ces analyses, on desséchait l'acide à

Digitized by Google

100°, on le pesait, et après l'avoir mêlé avec de l'oxide de cuivre, on l'exposait de nouveau à cette température; il est clair que, d'après ce procédé, on a dû en perdre une certaine quantité qui a échappé à l'analyse.

Dans les expériences suivantes, on a évité cette cause d'erreur; dans deux, on a substitué à l'acide, du carbazotate de protoxide de mercure, dont la composition était connue.

Voici les résultats de ces expériences :

I. Poids de l'acide, 0,0035 loth D. = 0,054686 gram.; le volume du gaz = 45,4 cent. cub. à 13,8° c. et 27″, 4‴,5 du baromètre.

II. Poids de l'acide, 0,0047 loth D. = 0,073437 gram.; le volume du gaz = 60 cent. cub. à 17,8° c. et 27″, 11‴,7 du baromètre.

III. Poids du carbazotate de mercure, 0,0079 = 0,06637 gr. d'acide; le volume du gaz = 54 cent. cub. à 15,3° c. et 27″, 9‴,3 du baromètre.

IV. Poids du carbazotate de mercure, 0,0088 loth D. = 0,07397 gr. d'acide; le volume du gaz = 61 cent. cub. à 16° c. et 27″, 9‴,2 du baromètre.

En calculant ces analyses, on obtient :

	I.	II.	III.	IV.
Carbone.	34,833	35,098	34,921	35,313.
Azote...	16,348	16,061	16,040	16,217.
Oxigène.	48,819	48,821	49,039	48,470.
	100,000	100,000	100,000	100,000.

D'après l'analyse du carbazotate de mercure et celles faites anciennement du sel de potasse et de baryte, la ca-

Digitized by Google

pacité de saturation de l'acide est 3,265 ; de là il suit qu'il contient 15 atomes d'oxigène : il résulte d'ailleurs de l'analyse du carbazotate de baryte mentionnée plus bas, que 100 parties d'acide saturent 31,234 de baryte, et que 131,234 de carbazotate de baryte se combinent avec 18,744 d'eau pour former 149,978 parties de carbazotate de baryte cristallisé. Dans ce sel, l'oxigène de la baryte est à l'oxigène de l'eau et de l'acide carbazotique comme 3,265 : 16,664 : 48,470 = 1 : 5 : 15. On peut regarder, ce me semble, ce rapport comme une preuve décisive de la conclusion, que l'acide renferme 15 atomes d'oxigène.

Le poids de l'atome de l'acide est, d'après les anciennes analyses du carbazotate de baryte et du carbazotate de potasse, 306 et 307,6 ; d'après la nouvelle analyse du premier sel 298,2, et celle du carbazotate de protoxide de mercure 306,2.

On sait que cet acide produit, par la décomposition avec l'oxide de cuivre, un mélange gazeux qui renferme 5 volumes d'acide carbonique et 1 volume d'azote. En admettant que cet acide est composé de

15 atomes de carbone	=	114,65 (1),
3 ..... d'azote	=	53,11,
15 ..... d'oxigène	=	150,00,
		317,76,

(1) Ces nombres ont été calculés d'après les nouvelles déterminations de M. Berzelius (Rapport annuel, 7e année). Suivant lui, on aurait, au lieu de 3 atomes d'azote, 6 atomes.

Digitized by Google

il contiendra sur 100 parties :

36,081 carbone,
16,714 azote,
47,205 oxigène.

100,000.

Ces nombres coïncident avec l'analyse de l'acide, et quoique le nombre équivalent trouvé par l'analyse des sels pût être plus rapproché du résultat du calcul, je regarde le dernier comme l'expression de la vraie composition.

Analyse du Carbazotate de baryte. 100 parties de ce sel cristallisé perdent, à 100° C., d'après la moyenne de plusieurs essais, 12,5 parties d'eau de cristallisation. 1,746 parties ont donné, par la décomposition avec le sulfate de soude, 0,656 de sulfate de baryte. Dans une autre expérience, on a obtenu de 0,525 gram. 0,191 de sulfate de baryte. Ce qui donne, pour

La première expérience :	La seconde :
75,32 acide,	76,10,
24,68 baryte.	23,90.
100,00.	100,00.

Analyse du Carbazotate de protoxide de mercure. 0,630 de ce sel ont produit, par le traitement avec du chlorure de sodium, 0,336 de chlorure de mercure (calomel); ce qui fait :

53,49 acide,
46,51 protoxide de mercure.

100,00.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Dans une autre expérience, 1,341 de carbazotate de mercure fournirent 0,696 de chlorure ; ce qui donne :

54,09 acide,
45,91 protoxide de mercure.

100,00.

Le carbazotate de plomb s'obtient par la décomposition d'un sel de plomb avec du carbazotate de soude ou de potasse ; c'est une poudre jaune peu soluble, qui détone par la chaleur.

Recherches *expérimentales sur la Faculté conductrice des corps minces soumis à l'action de la chaleur ; et Description d'un nouveau Thermomètre de contact.*

Par M. Fourier.

(Institut de France ; séance du 17 mars 1828.)

La Note que je présente à l'Académie a pour objet de rapporter quelques résultats d'expériences récemment faites avec un nouveau thermomètre de contact. Cet instrument indique la facilité plus ou moins grande avec laquelle la chaleur traverse des feuilles ou lames minces de différentes matières ; il sert ainsi à ranger par ordre de conducibilité les enveloppes qui s'opposent à la libre transmission de la chaleur.

Si des corps de différentes nature demeurent pendant un très-long-temps dans un même lieu, et si la tempéra-

Digitized by Google

ture de l'enceinte qui termine cet espace a acquis et conserve une valeur constante, tous ces corps prendront la température fixe et commune de l'enceinte. Un thermomètre appliqué sur les surfaces les plus diverses, par exemple sur des plaques métalliques, des tissus de laine, de coton, de lin, sur le feutre ou d'autres matières, marquera toujours le même degré; mais si l'on vient à toucher ces substances, la main ressentira des impressions calorifiques très-différentes; certaines surfaces, comme celles des métaux ou du marbre, paraîtront au contact beaucoup plus froides que d'autres, quoiqu'elles aient toutes une même température.

La raison physique de ce fait est généralement connue. Il est évident que la main de l'observateur étant plus échauffée que les surfaces mises en contact, laisse échapper promptement une partie de sa chaleur propre, qui se communique aux masses environnantes. Or les diverses matières jouissent très-inégalement de la faculté de recevoir et de transmettre la chaleur qu'elles contenaient : c'est cette faculté conductrice que je me suis proposé d'observer et de mesurer. Le seul usage de nos sens suffit pour distinguer ces qualités spécifiques; mais l'art peut les rendre beaucoup plus sensibles, et, ce qui est important, il nous en donne la mesure exacte.

En observant la durée du refroidissement des liquides dans des vases revêtus de différentes enveloppes, quelques physiciens, et principalement M. Leslie d'Édimbourg et le comte de Rumford, avaient fait remarquer l'influence de l'état de la surface sur le rayonnement et sur la déperdition de la chaleur. La théorie mathématique offre divers autres moyens de mesurer la perméa-

Digitized by Google

bilité des corps. Il suffit, comme je l'ai démontré, d'observer avec beaucoup de précision le mouvement variable de la chaleur dans des vases qui diffèrent par la matière et l'épaisseur, ou de déterminer l'état invariable qui se forme après un certain temps. Ce genre d'observations fournira un jour des tables précieuses pour indiquer les propriétés calorifiques de tous les corps. L'usage du nouveau thermomètre de contact à un but plus restreint. Il doit précéder et faciliter ces recherches théoriques en donnant la connaissance approchée d'un très-grand nombre de résultats. Cet instrument peut recevoir deux formes différentes. Je viens d'éprouver l'une et l'autre, et il m'a paru utile de publier quelques unes de ces observations.

J'avais d'abord fait construire, il y a quelques années, l'instrument extrêmement simple que je vais décrire. Il consiste en un vase conique de fer très-mince, rempli de mercure, et terminé, à sa base circulaire inférieure, par une peau d'une épaisseur médiocre. Un thermomètre dont la boule est plongée dans le mercure indique à chaque instant la température de la masse liquide; la figure (1) montre les différentes parties de l'instrument; *A A* est le vase conique rempli de mercure; *b b b* la surface flexible qui retient le liquide; *cc* le thermomètre intérieur qui plonge dans le mercure; *D* le support maintenu à une température fixe, par exemple celle de la chambre où l'on opère. On échauffe d'abord, et séparément, le vase conique *A* jusqu'à une température déterminée, celle de 40 degrés; ensuite, ayant mis sur le support la plaque mince ou la feuille dont on veut mesurer la conducibilité, on pose au dessus de cette plaque le vase co-

Digitized by Google

nique de mercure ; puis on observe avec soin le refroidissement progressif, en marquant les temps écoulés et les températures correspondantes.

La loi du refroidissement est donnée par une équation différentielle ; l'expression finie de cette loi renferme la température fixe du support, celle de l'air environnant et une exponentielle qui dépend de la faculté conductrice des matières que la chaleur traverse. On peut donc déduire la mesure de cette faculté de celle des températures observées pour différentes valeurs du temps. On obtient comme il suit l'expression du mouvement de la chaleur. Nous désignons par H la quantité de chaleur qui, pendant l'unité du temps, passerait de la surface du vase conique dans l'air, si, l'étendue de cette surface étant 1, la différence de la température de l'air à la température fixe de la surface était 1. Ainsi, α étant la température actuelle du vase conique échauffé, S l'étendue de la surface, et dt l'élément du temps écoulé, on aura $Hs\overline{\alpha - m}dt$ pour la quantité de chaleur qui, pendant l'instant dt, passe de la surface du vase dans l'air, dont m représente la température fixe. On mesure les quantités de chaleur en exprimant combien de fois elles contiennent une certaine quantité prise pour unité ; H représente un certain nombre de ces unités.

On désigne par h la quantité de chaleur qui, pendant l'unité de temps, traverserait l'unité de surface, et passerait de la masse conique échauffée A dans le support D, si la différence entre la température de A et celle du support était 1 (100 centigr.). Ainsi, $hb\overline{\alpha - n}dt$ est la quantité de chaleur qui passe du vase dans le support,

Digitized by Google

dont la température fixe est représentée par n, b étant l'étendue de la surface en contact avec le support; donc $Hs\overline{\alpha - m}dt + hb\overline{\alpha - n}dt$ exprime la chaleur que le vase perd pendant l'instant dt. Si maintenant on représente par c la chaleur qui, étant ajoutée à celle qui contient la masse A, supposée à la température 0, porterait cette masse de la température o à la température 1, on aura l'équation différentielle

$$d\alpha = -\frac{1}{c}[Hs\overline{\alpha - m}dt + hb\overline{\alpha - n}dt] \quad (1),$$

pour exprimer le mouvement variable de la chaleur. On intègre facilement cette équation en écrivant

$$\alpha = P + Qe^{-(\overline{Hs+hb})\frac{t}{c}} \quad (2);$$

car, en substituant cette valeur de α dans l'équation (1), on vérifie l'équation, et l'on a seulement la condition

$$P = \frac{Hsm + hbn}{Hs + hb}.$$

désignons maintenant par α_0, α_θ, $\alpha_{2\theta}$ trois températures consécutives, que l'on observe respectivement à la fin de trois intervalles du temps dont chacun est égal à θ, et désignons par ρ le coëfficient exponentiel

$$\frac{hb + Hs}{c},$$

que l'on regarde comme inconnu, on en conclura la valeur de ρ déduite des trois températures observées, car on a

Digitized by Google

$$\alpha_0 = P + Q$$

$$\alpha_\theta = P + Qe^{-\rho\theta}$$

$$\alpha_{2\theta} = P + Qe^{-2\rho\theta}$$

$$\text{dont } \alpha_0 - \alpha_\theta = Q(1 - e^{-\rho\theta})$$

$$\alpha_\theta - \alpha 2\theta = Qe^{-\rho\theta}(1 - e^{-\rho\theta})$$

$$\text{et } e^{+\rho\theta} = \frac{\alpha_0 - \alpha\theta}{\alpha_\theta - \alpha_{2\theta}}$$

$$\text{ou } \rho = \frac{1}{\theta}\{\log(\alpha_0 - \alpha_\theta) - \log(\alpha_\theta - \alpha_{2\theta})\}.$$

Il s'ensuit que l'on connaîtra la valeur de ρ ou

$$\frac{hb}{c} + \frac{Hs}{c}$$

par la règle suivante : il faut observer les trois températures α_0 α_θ $\alpha_{2\theta}$, prendre les logarithmes hyperboliques de $\alpha_0 - \alpha_\theta$ et $\alpha_\theta - \alpha_{2\theta}$, et diviser la différence de ces logarithmes par l'intervalle θ.

Lorsqu'après avoir éprouvé une certaine matière interposée, à laquelle convient le coëfficient h, on éprouvera, avec le même instrument, une matière différente, à laquelle répond un autre coëfficient h', et que l'on veut comparer à la première, on détermine, par la régle qui vient d'être énoncée, et en employant seulement les logarithmes tabulaires, des quantités proportionnelles aux coëfficiens inconnus

$$\frac{hb}{c} + \frac{Hs}{c}.$$

Digitized by Google

Les quantités $Hsbc$ sont communes, et les deux résultats ne différeront que par les coëfficiens h et h'. Donc, si l'on éprouve successivement plusieurs matières différentes que l'on veut comparer sous le rapport de la conducibilité, et si, au moyen de la règle précédente, on calcule les nombres respectifs que fournissent les observations données par un même instrument, on connaîtra, non les valeurs absolues des coëfficiens $h\,h'\,h''\,h'''$, etc., mais des nombres successifs dont les accroissemens sont proportionnels aux accroissemens des valeurs $h\,h'\,h''\,h'''$, etc. Ainsi, les différentes matières seraient rangées par ce procédé, selon l'ordre des conducibilités qui leur sont propres, ce qui est l'objet direct de la recherche, et si les matières que l'on compare ont des conducibilités croissantes par degrés égaux, les nombres donnés par l'observation croîtront aussi par degrés égaux. Il suffira donc de choisir, dans un très-grand nombre d'observations, les résultats équidistans pour être assuré que les conducibilités des matières auxquelles ces nombres répondent, croissent aussi, selon la même loi. Il faut remarquer que le coëfficient h n'exprime pas la quantité de chaleur que traverse la plaque mince ou enveloppe interposée ; il comprend aussi la quantité de chaleur qui traverse la surface flexible placée au dessous du mercure du vase conique. Cette addition d'une quantité à toutes les valeurs que l'on veut comparer, ne change rien aux conséquences que l'ont vient d'énoncer. Ainsi, les accroissemens des nombres donnés par la régle logarithmique, seront constamment proportionnels aux accroissemens des coëfficiens cherchés.

Considérons maintenant le cas où la température du

Digitized by Google

support serait la même que la température de l'air, ce qui rendrait les procédés plus simples, et en faciliterait l'application. Si dans la valeur précédente de P on fait $m=n$, on trouve $P=m$. Il est évident que dans ce cas la température finale du vase doit être celle de l'air. Il faut donc qu'en supposant t infini dans l'équation (2), on trouve $\alpha_\infty = m$. En effet, cela aura lieu si $P=m$.

La température variable α est donc $m+Qe^{-\rho t}$. Ainsi, en observant deux températures successives, on pourra déterminer le coëfficient exponentiel ρ. On aura $\alpha_0 = m+Q$ et $\alpha_\theta = m+Qe^{-\rho\theta}$, mettant pour Q sa valeur $\alpha_0 - m$,

$$\alpha_\theta = m+\overline{\alpha_0 - m}\,e^{-\rho\theta} \text{ ou } \alpha_\theta - m = \overline{\alpha_0 - m}\,e^{-\rho\theta},$$

$$\text{donc } \rho = \frac{1}{\theta}\left[\log(\alpha_\theta - m) - \log(\alpha_0 - m)\right].$$

Il suffit donc d'observer α_0 α_θ et de diviser par l'intervalle θ; la différence des logarithmes tabulaires de $\alpha_0 - m$ et $\alpha_\theta - m$; le quotient est proportionnel à la valeur de ρ, qui est

$$\frac{Hs}{c} + \frac{hb}{c}.$$

Au reste, l'usage du thermomètre de contact que j'ai décrit est sujet à des variations inévitables, qui établiraient sans doute des différences sensibles entre la théorie et l'observation. Le support ne conserve pas une température entièrement fixe ; la masse contenue dans le vase qui se refroidit n'est pas exactement dans l'état que la théorie considère. Ces causes, et d'autres qu'il

Digitized by Google

serait superflu de remarquer, me paraissent devoir apporter, dans les résultats, des différences qui échapperaient aux observations les plus attentives. Toutefois les valeurs approchées qui résulteraient de l'usage de cet instrument suffiraient pour ranger les différentes enveloppes ou plaques minces, que l'on se propose de comparer, selon l'ordre des conducibilités, ce qui est le but principal de ces recherches. On a surtout en vue la facilité et la multiplicité des observations. On prendra pour la première température $\alpha_0 - m$ une valeur commune, 40 degrés centésimaux, et pour θ une durée fixe, dix minutes; on observera la température $\alpha_\theta - m$, que le thermomètre marque après dix minutes écoulées. Ces valeurs de $\alpha_\theta - m$, qui varieront suivant la nature des matières que la chaleur traverse, feront connaître directement, et sans calcul, l'ordre des conducibilités spécifiques.

Il est évident que l'épaisseur de la plaque interposée influe sur les températures que l'on observe, et l'on pourrait tenir compte de cette épaisseur, en suivant les principes que j'ai expliqués dans l'Introduction à la Théorie de la chaleur; mais on ne considère ici qu'un effet total et complexe; savoir, la quantité de chaleur qui, traversant les surfaces intermédiaires, passe du mercure dans le support.

Si l'on remplace la feuille ou enveloppe que l'on a d'abord éprouvée par un corps mince d'une autre matière, et si l'on mesure de nouveau l'abaissement de température qui correspond à un temps donné, on trouve que cet abaissement varie d'une manière très-sensible,

Digitized by Google

quelque petite que soit la différence des deux enveloppes. Par exemple, il suffit d'ajouter à une première plaque mince, une simple feuille du papier le plus fin, pour que l'on trouve une différence sensible dans l'abaissement de la température. La plus légère différence dans la qualité du corps mince interposé se manifeste par le changement qui survient dans cet abaissement de la température, et, à plus forte raison, ce changement est très-considérable si l'espèce de la matière devient très-différente; si, par exemple, on remplace une étoffe de toile par de la flanelle ou par du drap, ou le drap simple par un drap très-épais : ces différences étaient faciles à prévoir, elles nous sont annoncées par le seul témoignage des sens; mais l'instrument sert non-seulement à les rendre très-sensibles à les mesurer, il donne de plus, ce qui était très-important, des indications constantes, et qui se reproduisent toujours les mêmes lorsqu'on vient à éprouver les mêmes expériences. Il faut remarquer que cette constance de résultats dépend essentiellement de la manière parfaite dont le contact s'opère, au moyen de la pression du mercure sur la peau mince et flexible qui le retient. Cette condition, qui faisait une des difficultés principales de la construction de ce nouvel instrument, était absolument nécessaire pour que ses indications fussent régulières et applicables à un grand nombre de corps, sans cela on n'eût point pu comparer les différentes substances entre elles, à moins de leur avoir donné préalablement une surface suffisamment plane et unie, pour que le contact de l'instrument eût lieu sur un grand nombre de points.

Je viens de montrer comment l'usage du nouveau

Digitized by Google

thermomètre de contact donne la mesure approchée de la conducibilité spécifique.

Dans ces expériences, la matière que l'on veut éprouver doit être employée en feuilles minces; on leur donne une très-petite épaisseur, pour éviter l'influence de leur chaleur spécifique sur la marche du refroidissement.

Le même instrument sert aussi à indiquer la chaleur de contact d'un corps, et mesure en quelque sorte la sensation de chaud ou de froid que ce contact produit.

Pour les expériences de ce genre, il suffit d'élever la température de l'instrument comme je l'ai indiqué, et de le poser ensuite sur une masse épaisse de la matière que l'on veut éprouver.

On observe le nombre de degrés, dont la température s'abaisse, pendant un temps donné, par exemple, cinq minutes.

Cette manière d'employer le thermomètre de contact conduit à des résultats remarquables. Les différences de l'abaissement de température pour divers corps sont très-grandes.

Par exemple, j'ai posé le thermomètre échauffé sur une masse de fer à 8°; je l'ai posé ensuite sur une masse de grès à la même température; la différence du refroidissement, dans les deux cas, était d'environ cinq degrés dès la seconde minute. La différence est encore plus sensible, si l'on compare le fer à la brique, et, à plus forte raison, le fer au bois.

Ces expériences sont extrêmement faciles : il suffit que les masses sur lesquelles on pose le thermomètre aient une même température.

L'effet qui se produit dans ce genre d'expériences

Digitized by Google

est très-complexe, et, pour l'exprimer exactement, il faudrait avoir égard à toutes les circonstances qui le modifient. Toutefois, en opérant de cette manière sur des corps dont la chaleur spécifique serait connue, on pourrait se former une assez juste idée de leur conducibilité propre.

L'usage du thermomètre de contact ne donne, en général, que des valeurs approchées de la conducibilité; mais il est un très-grand nombre de corps, tels que les briques, les pierres, les bois et les étoffes, pour lesquels ces mesures sont suffisantes.

Nous avons dit que l'on peut employer un autre instrument pour mesurer la conducibilité. Ce second mode d'expérience rend les effets encore plus sensibles; mais il exige beaucoup plus de soin : j'avais d'abord espéré qu'il me serait possible de répéter quelques-unes de ces dernières observations en présence de l'Académie; l'extrême difficulté d'y procéder dans une atmosphère variable et agitée, m'oblige d'y renoncer; je me borne à indiquer le principe et quelques résultats.

Cette expérience consiste à observer, non point comme dans la première, les abaissemens successifs de la température d'un corps que l'on a d'abord échauffé; mais la température finale et fixe que produit la chaleur en traversant différentes matières. Je me suis proposé de former cet état final pour en déduire la mesure des conducibilités spécifiques, et j'ai été aidé dans l'établissement de ces expériences par un physicien très-habile, M. Colladon de Genève, dont l'Académie a déjà couronné les travaux, et qui a obtenu, avec M. Sturm, le prix de

Digitized by Google

physique mathématique de l'année dernière. Non seulement il a bien voulu diriger la construction de l'instrument et en régler les dimensions, mais il y a ajouté une disposition spéciale qui lui appartient uniquement. Elle consiste à interposer un coussin de mercure qui détermine le contact du support avec tous les points de l'enveloppe.

Cette manière de former un état final d'équilibre a l'avantage de donner des résultats qui ne dépendent point de la chaleur spécifique de la substance interposée. On place cette substance ou enveloppe entre deux vases, dont l'un A (fig. 2) inférieur est maintenu à une température constante de 100° centigrades, tandis que le vase supérieur B, posé sur l'enveloppe, est maintenu à la température de la glace fondante.

La conducibilité de l'enveloppe détermine la quantité de chaleur qui passe du vase A dans le vase B; au fond du vase supérieur B est un thermomètre d'air très-sensible qui mesure l'effet produit. Cet air, qui s'échauffe, est contenu dans la capacité métallique $cc\,c'c'$, dont la partie inférieure cc est en contact avec le coussin de mercure à 100°; tandis que l'autre partie $c'c'$ est en contact avec la glace fondante.

L'air contenu dans la capacité étant ainsi exposé, d'un côté, à l'action de la glace, de l'autre à celle d'un corps chauffé à 100°, acquiert une température intermédiaire et fixe. L'indice coloré o du thermomètre d'air s'arrête lorsque la quantité de chaleur qui passe dans le thermomètre à travers l'enveloppe, est précisément égale à celle qu'il communique à l'eau glacée. Cet équilibre

Digitized by Google

se forme en quelques secondes : c'est l'état final qu'il s'agissait d'observer.

La température fixe marquée par le thermomètre d'air dépend évidemment de la nature de la substance interposée. Si ce corps mince apporte très-peu d'obstacle à la libre communication de la chaleur, la température finale de l'air du thermomètre est beaucoup plus grande que si la chaleur ne traverse que très-difficilement l'enveloppe interposée. Il existe dans tous les cas une relation très-simple entre la température acquise et la conducibilité du corps interposé. Pour exprimer cette relation, nous désignons par h, comme dans les observations précédentes, la quantité de chaleur qui pendant le temps 1 passerait de la masse du support dans l'intérieur du thermomètre d'air à travers l'unité de surface de l'enveloppe ; si la différence de leur température était 1 ; et par H la chaleur qui, pendant l'unité de temps, traverserait l'unité de surface en passant de la surface supérieure $c'c'$ du thermomètre d'air dans la masse glacée qui est au dessus ; si la différence de température de l'air et de la glace était 1, donc $hb\overline{M-\alpha}\,dt$ et $HS\overline{\alpha-N}\,dt$ sont respectivement les quantités de chaleur qui, pendant l'instant dt, s'écoule du support dans l'air à travers l'étendue b de l'enveloppe, ou qui passe de l'air dans la glace à travers l'étendue S de la surface supérieure de la capacité du thermomètre. (On désigne, pour plus de généralité, par M la température fixe du support, et par N la température fixe de la masse froide dans laquelle la chaleur s'écoule.) Or, l'équilibre est établi lorsque la chaleur communiquée par le support compense exactement la chaleur que la capacité du thermo-

Digitized by Google

mètre communique à la glace ; on a donc cette équation $hb\overline{M-\alpha} = HS\overline{\alpha-N}$, et le rapport

$$\frac{bh}{Hs} + \frac{\alpha - H}{M\alpha}.$$

Il suffira donc de mesurer α pour connaître le rapport $\frac{h}{H}$ des deux conducibilités relatives h et H, c'est-à-dire des facilités respectives du transport de la chaleur du support dans la capacité du thermomètre ou de cette capacité dans la masse environnante. Le rapport $\frac{b}{s}$ doit être regardé comme connu ; il ne change point lorsqu'on remplace une première enveloppe à laquelle convient le coëfficient h par une seconde enveloppe à laquelle convient un autre coëfficient h. Il en est de même du coëfficient H, qui demeure le même. Lorsqu'on éprouve différens corps avec le même instrument, la température α est mesurée par le thermomètre d'air qui peut être construit de différentes manières. Je ne donne point ici le calcul relatif à ce thermomètre, par ce que ce calcul, qui n'a d'ailleurs aucune difficulté, varie selon la construction que l'on a préféré ; dans tous les cas, je suppose que l'on ait réglé cet instrument de manière à la rendre très-sensible, et que l'on ait fait une analyse exacte des conditions qui déterminent la position de l'indice. Quant aux valeurs respectives que l'on peut attribuer à M et N, et que nous avons d'abord supposées 1 et 0. Des épreuves répétées nous ont fait connaître que les observations deviennent plus faciles et les résultats plus fixes ; si les nombres M et N ont une

Digitized by Google

moindre différence, par exemple, si l'on fait $M = \frac{4}{5}$ (80 degrés centésim.) et $N = \frac{3}{50}$ (15 degrés centésim.).

Lorsqu'on appliquera successivement le même procédé à des corps minces de différentes espèces, on trouvera des résultats différens selon la nature des matières que la chaleur traverse. Or, l'expérience nous a montré que les différences sont extrêmement grandes. L'addition d'une simple feuille de papier à lettre, le plus mince que l'on ait pu trouver, produit dans la position de l'indice une différence de plus de 20 lignes. En ajoutant à la première feuille une seconde du même papier, on déplace encore l'indice de plus de 25 lignes. Ce déplacement qui s'opère, comme nous l'avons dit, en quelques secondes, devient très-grand lorsque la matière interposée est difficilement perméable à la chaleur; il est pour certaines substances de plus de 100 lignes.

Nous avons éprouvé avec l'un et l'autre instrument un très-grand nombre de substances différentes, toutes les principales espèces de tissus, des peaux, des fourrures, ou des substances comme le verre, le mica, des feuilles de divers métaux, et nous avons trouvé des résultats spécifiques pour chaque substance selon sa texture ou sa nature propre.

Si l'on compare les résultats obtenus au moyen du dernier instrument qu'on peut désigner sous le nom de *thermoscope de contact*, avec ceux que donne l'autre instrument décrit en premier lieu, on remarque que les différences rendues si sensibles dans le thermoscope, sont également manifestes lorsqu'on observe le refroidissement progressif du thermomètre de contact; seulement, avec ce premier instrument, les dif-

Digitized by Google

férences sont mesurées en temps, et on peut ainsi les déterminer d'une manière plus commode et aussi précise que par le moyen du second appareil ; les résultats sont moins frappans, mais ils sont aussi plus fixes, et comme ce thermomètre est d'une construction extrêmement simple et d'un usage facile, il est très-propre à devenir usuel.

Cet instrument peut servir à une foule de recherches curieuses ou utiles ; il indique des propriétés naturelles qu'il n'eût pas été possible de découvrir par le seul usage des sens ; par exemple, il m'a servi à reconnaître un fait que j'avais depuis longtemps soupçonné : c'est que la quantité de chaleur qui passe au travers de plusieurs corps minces superposés varie suivant l'ordre dans lequel on fait cette superposition ; ainsi j'ai fait l'expérience suivante : j'ai placé le thermomètre de contact au dessus du support de marbre, dont il était séparé par deux rondelles de drap ; la chaleur avait ainsi à traverser peau, drap, drap, marbre. Après avoir observé le refroidissement progressif, j'ai placé une rondelle de cuivre de l'épaisseur d'une feuille de papier sur le marbre sous les deux rondelles de drap ; le refroidissement du thermomètre dans un temps donné, a été moindre que dans l'expérience précédente ; la feuille de cuivre a été ensuite placée entre les deux rondelles de drap ; la quantité du refroidissement a été la même dans le même temps que si l'on eût supprimé la feuille de cuivre, comme dans la première expérience.

Enfin, j'ai placé la rondelle de cuivre sur celles de drap immédiatement au dessous de la peau du thermo-

Digitized by Google

mètre de contact : dans ce cas, la chaleur traversait les enveloppes dans l'ordre suivant : peau, cuivre mince, drap, drap, marbre. Dans ce cas, l'abaissement du thermomètre a été plus grand que si l'on eût supprimé la rondelle de cuivre. Ainsi, l'interposition de cette feuille de cuivre facilite la transmission de la chaleur de la peau au drap, et elle diminue la transmission de chaleur du drap au marbre. Tels sont les effets que l'on observe pendant les 10 premières minutes; il ne faudrait pas comparer entre eux des résultats qui ne correspondraient pas à un même intervalle de temps.

Je ne poursuivrai pas davantage l'énumération des expériences nouvelles qui ont été faites avec ces instrumens. Le thermomètre de contact doit être considéré comme une main munie de son thermomètre. Ces expériences ne peuvent rien ajouter à la théorie mathématique de la chaleur; mais tout ce qui se rapporte aux arts techniques et aux usages communs a quelque droit à l'attention de l'Académie. Ces observations n'intéressent pas moins les sciences que celles qui ont servi à déterminer la chaleur spécifique des différentes substances; elles rendent plus manifestes des propriétés physiques dont nos sens nous avertissent, mais qu'ils ne mesurent point : les instrumens ont en général pour objet d'ajouter à nos facultés intellectuelles en perfectionnant nos sens.

La théorie de la chaleur comparable en cela aux théories dynamiques s'applique à la fois au système du monde et aux usages les plus ordinaires de la vie; cette théorie nous a fait connaître, entre autres choses, l'effet total produit par le rayonnement des étoiles fixes. Elle

Digitized by Google

nous a appris que la température de l'espace qu'occupe notre système planétaire est à très-peu près de 40° octogésimaux plus froide que la température de la glace fondante. Cette même théorie sert encore à mesurer l'influence calorifique des enveloppes diverses, des tentures, des tissus, et nous fait découvrir des propriétés naturelles des corps.

Après avoir rapporté ces nouvelles expériences sur la conducibilité des corps minces, j'ajouterai une remarque théorique sur les observations qui peuvent servir à mesurer la propriété des corps.

Lorsque les substances que l'on veut éprouver jouissent à un degré assez élevé de la faculté conductrice, comme les métaux, on la détermine en observant les températures fixes d'une barre prismatique dont l'extrémité est retenue à une température sensiblement constante L'expérience a prouvé que cet état final est conforme à celui que la théorie exprime. Les températures observées forment en effet une série récurrente dont on déduit la valeur numérique de la conducibilité; mais on ne doit point appliquer la même expression aux corps dont la faculté conductrice est très-faible comme le marbre, ni même à ceux des métaux que la chaleur traverse difficilement. Voici l'explication de cette différence : dans les corps d'une faible conducibilité, les molécules placées sur une même section perpendiculaire à l'axe du prisme acquièrent et conservent des températures fixes, inégales, qui diminuent rapidement depuis l'axe jusqu'à la surface extérieure; mais dans les matières dont la conducibilité est plus grande comme l'or, l'argent, le platine, le cuivre, tous les points

Digitized by Google

d'une même section perpendiculaire à l'axe prennent sensiblement la même température. Ce fait est facile à concevoir, on pourrait d'avance le supposer connu ; mais la théorie analytique l'explique aussi de la manière la plus claire, comme on le voit par l'expression générale que j'ai donnée autrefois du mouvement uniforme de la chaleur dans un prisme rectangulaire d'une épaisseur quelconque ; car cette même solution fait connaître que si la conducibilité propre est très-faible, ou si l'épaisseur de la barre est très-grande, les points d'une même section normale ont des températures très-différentes. Dans ce cas, l'expression de la température contient non-seulement la distance à l'origine, mais aussi les coordonnées de chaque point de la section.

Il faudrait donc faire usage de cette formule pour déterminer la conducibilité spécifique des corps qui ne jouissent de cette propriété qu'à un faible degré. C'est cette expression, rapportée page 406 de la *Théorie de la chaleur*, qui s'applique aux cas dont il s'agit, et non celle de la page 65 du même ouvrage. Cette distinction résulte expressément de la solution générale. Il suffit de donner à y la valeur o dans l'expression de v (p. 400), et d'intégrer par rapport à z entre les limites $-l$ et $+l$ afin de trouver une valeur proportionnelle à la température moyenne.

Il est surtout nécessaire de remarquer l'équation $\varepsilon \operatorname{tang} \varepsilon = \frac{hl}{k}$ et la construction qui fait connaître les racines de cette équation transcendante. On voit que la valeur de la température contient le produit $\frac{hl}{k}$ en sorte que si la conducibilité propre k est supposée très

Digitized by Google

faible, ce cas ne diffère point de celui où la demi-épaisseur de prisme est très-grande ; il suit de là que si on suppose très-petit le coëfficient k, mesure de la perméabilité, les températures ne décroissent pas comme les termes d'une série récurrente, cela n'aurait lieu qu'à une distance immense de l'origine ; les températures s'abaissent d'abord très-rapidement à partir de cette origine. On voit, par le calcul numérique rapporté page 410 de l'ouvrage cité, qu'il suffit de s'écarter de l'origine de la moitié de l'épaisseur de la barre pour que la température du premier point soit réduite à la cinquième partie de sa valeur. Or, toutes les observations s'accordent avec les résultats théoriques que l'on vient de rappeler ; elles montrent que si la conducibilité propre est assez grande, les températures observées décroissent comme les termes d'une série récurrente : mais dans les corps dont la faculté conductrice est très-faible si l'expérience donnait des valeurs exprimées par une suite exponentielle, c'est alors que l'observation ne s'accorderait point avec la théorie ; dans ce cas, la forme de l'expression est telle que l'on ne peut plus omettre les termes subordonnés. Au reste, les températures observées sont trop faibles, dans ce même cas, pour que l'on puisse en conclure avec précision la valeur de la conducibilité. Les procédés qu'une théorie exacte indique comme les plus propres à mesurer la faculté conductrice des corps qui jouissent à un faible degré de cette propriété, diffèrent beaucoup de ceux qui conviennent aux substances métalliques, ils consisteraient à observer le mouvement ou uniforme ou variable de la chaleur dans des vases de diverses matières, et dont on ferait varier l'épais-

Digitized by Google

seur. Cette question analytique se rapporte à celle que j'ai traitée, il y a plusieurs années, dans un Mémoire sur la température des habitations.

Description des deux Instrumens dont il est parlé dans le Mémoire de M. Fourier.

Fig. I. Coupe du thermomètre de contact.

AA est un vase conique de fer très-mince; il est rempli presqu'entièrement de mercure; une gouttière *gg* autour du bord inférieur sert à lier l'enveloppe qui retient le mercure; au haut du cône est une ouverture avec un tube court *a a* de 7 ou 8 lignes de diamètre.

l l est un bouchon de liége qui s'adapte dans ce tube. Il sert à fixer le thermomètre *c c* au vase et à le maintenir à la hauteur convenable.

La boule de ce thermomètre *c* doit être à quelques lignes au dessus de la base du cône, et entièrement plongée dans le mercure du vase.

Les degrés du thermomètre doivent être assez grands pour qu'on puisse les subdiviser en 10^{mes}, sans cela les observations seraient peu exactes.

L'enveloppe *b b b* doit être de peau souple et mince. Les expériences citées dans le Mémoire nous ont appris que cette substance est très-propre à cet usage, parce que la peau conduit mieux la chaleur que les autres étoffes de même épaisseur.

Il faut avoir soin que cette enveloppe ne soit ni salie, ni chauffée trop fortement.

Pour se servir de cet instrument très-simple, on opère de la manière suivante.

Digitized by Google

Après avoir placé l'étoffe ou plaque mince que l'on veut éprouver sur un support de marbre à la température de la chambre où l'on opère, on chauffe le vase conique en le plaçant sur une poële ou tout autre corps échauffé ; on attend qu'il se soit élevé à 46 ou 47°. Au moment où le thermomètre indique 45°, on le pose sur l'enveloppe ; on observe avec une montre l'instant précis où il passe à 40° ; et l'on note sa marche, par exemple, de minutes en minutes jusqu'à la cinquième.

Si on recommence avec la même étoffe en variant sa place sur le support de marbre, on trouve toujours le même résultat, pourvu que la température de la chambre soit la même.

Si l'on voulait se servir de cet instrumeut pour faire des expériences exactes sur la conducibilité des plaques rigides, il conviendrait de placer celles-ci, non pas sur un support de marbre où le contact ne serait pas parfait, mais sur un coussin de mercure analogue à celui dont il est parlé dans la description du second appareil.

Fig. II. Coupe du 2e appareil ou thermoscope de contact.

A vase cubique de cuivre mince ; il est fermé par le haut, et l'eau le remplit entièrement. On introduit l'eau par un entonnoir *e*. Le robinet *r* sert à vider le vase.

Sur le couvercle est soudée une capsule circulaire *vvv* en tôle mince. Cette capsule doit contenir un petit bain de mercure échauffé. Ce mercure fait fonction de coussin au moyen de l'enveloppe de peau *bbb* qui le recouvre entièrement. On lie cette enveloppe de peau tout au

Digitized by Google

tour du bord de la capsule; et l'anneau dont on voit la section en *aa*, sert à la maintenir tendue. Le mercure, en pressant contre cette peau enveloppe, lui donne la forme d'un coussin convexe.

On introduit le mercure dans la capsule, et on l'en retire au moyen d'un godet *G* et d'un tube de fer latéral *gg*. La hauteur du mercure dans le godet détermine la tension du coussin.

Au dessous du vase *A* est une petite lampe qui sert à maintenir l'eau à une température fixe, par exemple 100 ou 60 degrés. Le thermomètre intérieur *i* sert à indiquer la température, et par conséquent aussi celle du bain de mercure.

B est le vase supérieur qui contient de la glace, ou, ce qui vaut mieux, de l'eau à une température fixe et peu supérieure à celle de la chambre où l'on opère. Le petit thermomètre *i'* indique la température de cette eau.

Au fond du vase *B* est une capacité métallique dont on voit la coupe en *ccc'c'*; c'est la boule du thermoscope indicateur. — La moitié supérieure *c'c'* fait saillie au fond du vase *B*, et est en contact avec la glace ou l'eau froide; l'autre moitié inférieure repose sur le coussin échauffé de mercure.

Le tube recourbé *ttt't'* qui communique avec la capacité, sert à rendre visibles les dilatations de l'air contenu dans cette capacité.

Pour cela, la partie *t't'* de ce tube est pleine d'un liquide coloré, qui s'abaisse lorsque l'air de la capacité s'échauffe et se dilate. Pour faire l'expérience, on enlève le vase supérieur *B*; on pose sur le coussin de mer-

Digitized by Google

cure une rondelle de l'étoffe qu'on veut essayer, et l'on replace le vase supérieur. La surface inférieure *cc* de la capacité d'air se trouvant séparée du coussin par l'étoffe en reçoit moins de chaleur, et par conséquent l'air qui y est contenu prend une température moyenne moins élevée. L'indice o s'arrête en un point plus élevé.

Cet appareil ayant des indications très-promptes, et que l'on peut rendre très-visibles, pourrait servir à des expériences faites dans des cours publics.

Sur *le Tabasheer.*

Le tabasheer, comme on sait, est une concrétion siliceuse cristalline, qui se trouve dans les nœuds de quelques bambous. Le Dr Brewster ayant reçu des Indes orientales une grande variété d'échantillons de cette singulière substance, l'a soumise à un nouvel examen. Il en distingue quatre espèces.

La plus belle, c'est aussi la plus rare, est d'une teinte bleu d'azur par réflexion, et d'un jaune faible par transmission. Elle a une texture si délicate qu'elle s'écrase sous les doigts.

La seconde réfléchit une couleur jaunâtre semblable à celle du molybdate de plomb, et transmet une lumière jaune rougeâtre.

La troisième variété, presque blanche, n'est que translucide sur les bords.

La quatrième, entièrement opaque, ressemble à de la craie.

M. Brewster a trouvé quelques échantillons de tabas-

Digitized by Google

heer dont la surface était recouverte d'un émail brillant doué de tout le lustre du quarz le plus pur.

Lorsqu'on plonge dans l'eau l'une quelconque de ces espèces de tabasheer, il y a une effervescence produite par le dégagement de l'air contenu dans les pores de la pierre. Quand ce dégagement a cessé, la transparence ou la translucidité, dans les trois premières variétés, se trouve considérablement augmentée. La quatrième, seulement, reste opaque comme avant l'imbibition, tandis qu'elle est aussi diaphane que le verre après qu'elle a absorbé certaines huiles grasses. Cette dernière absorption, du reste, s'opère très-lentement.

D'après M. Turner, le poids de l'eau que le tabasheer absorbe est à celui de la pierre elle-même, dans le rapport de 1 à 2 pour la variété calcaire; dans le rapport de 1 à 2,32 pour la variété translucide; et dans celui de 1 à 2,24 pour le tabasheer transparent.

Les pesanteurs spécifiques que trouve le même chimiste après avoir opéré tout le dégagement de l'air par quelques minutes d'ébullition, sont:

Tabasheer à aspect calcaire.....	2,189.
Tabasheer translucide.....	2,167.
Tabasheer transparent.....	2,160.

(L'eau de comparaison était à + 13°,3 centigr.)

L'une des plus remarquables propriétés du tabasheer, est sa faible réfrangibilité. M. Brewster a trouvé sur certains échantillons, que le rapport du sinus d'incidence au sinus de réfraction, quand la lumière passe de l'air dans la substance, est 1,111; d'autres échantillons ont donné jusqu'à 1,1825. Pour l'eau, comme on sait, ce rapport égale 1,336.

Digitized by Google

Les tabashcers rapportés de l'Inde par le Dr Russel, étaient formés, soit d'après les expériences de M. Macie, soit aussi d'après celles de M. Smithson, de silice pure; tandis que les échantillons recueillis en Amérique par M. de Humboldt, ne contenaient *sur cent*, d'après MM. Fourcroy et Vauquelin, que 70 de silice. Les 30 restans se composaient de potasse, de chaux, d'eau et d'une très-petite quantité de matière végétale.

M. Turner a soumis à l'analyse chimique divers tabasheers que le Dr Brewster lui avait remis. Suivant lui, une température de 100° c. fait perdre 0,838 pour cent au tabasheer à aspect calcaire; 1,62 au tabasheer translucide, et 2,411 au tabasheer diaphane. Exposés à l'atmosphère, ces cristaux réabsorbent de l'air et de l'eau, et reprennent leurs poids primitifs. A une chaleur rouge, ces mêmes variétés de tabasheer perdirent respectivement 1,277, 3,84 et 4,52. Pendant l'opération il se dégageait un peu de fumée et l'on sentait une faible odeur empyreumatique, provenant l'une et l'autre de la décomposition d'une très-petite quantité de matière végétale.

La poudre de tabasheer ne cède rien à l'eau distillée dans laquelle on l'a fait bouillir, si ce n'est une légère trace de matière végétale. Quand on l'a fait digérer dans de l'acide muriatique modérément affaibli avec de l'eau, la solution évaporée laisse un très-petit résidu, déliquescent à l'air, qui est du muriate de chaux. Le tabasheer à aspect calcaire perd ainsi 0,4 pour cent; le translucide, 0,3; le diaphane, rien d'appréciable.

Le tabasheer qu'on a chauffé jusqu'au rouge, se dissout facilement dans une solution de potasse pure. La

Digitized by Google

dissolution est transparente. En neutralisant avec de l'acide muriatique et évaporant à siccité pour rendre la silice insoluble, la quantité de cette terre qu'on obtient, est presque exactement égale à celle qu'on a primitivement employée. La liqueur filtrée contient seulement du muriate de potasse et la très-petite partie de chaux dont il a déjà été fait mention.

M. Turner mêla une certaine portion de tabasheer réduit en poudre, avec cinq fois son poids de carbonate de baryte, et l'exposa pendant une heure et demie à une chaleur rouge. Le tout fut dissous dans de l'acide muriatique; la silice et la baryte précipitées par les moyens ordinaires; les parties solubles évaporées à siccité et calcinées : mais on ne découvrit ainsi aucune trace d'alcali.

Il paraît donc, dit M. Turner, que le tabasheer de l'Inde se compose de silice et d'une très-petite quantité de chaux et de matière végétale.

On se demandera, sans doute, comment un cristal de silice pure peut se former dans l'acte de la végétation. Sur cet objet on ne trouve rien de précis dans les deux Mémoires d'où j'ai extrait ce qui précède. La silice, dit seulement M. Turner, devait être dissoute dans la sève, et d'après la proportion considérable que l'épiderme des bambous en renferme, il semble naturel d'admettre qu'elle est une partie nécessaire et non pas accidentelle dans les fluides de la plante. Si elle avait été constamment mêlée à de la potasse comme dans le tabasheer d'Amérique, on pourrait imaginer qu'elle était dissoute dans l'eau, par l'intermédiaire de cet alcali, au moment où les racines l'empruntaient au sol; mais puisqu'on la

Digitized by Google

trouve aussi entièrement pure, ne peut-on pas supposer, surtout depuis que M. Berzelius a démontré que la silice à l'état naissant est dissoute par l'eau en assez grande quantité, que la même chose arrivera aux molécules de cette terre quand elles se sépareront des composés dont elles faisaient partie? Pour résoudre complètement ces questions, il faudrait pouvoir examiner chimiquement et le sol dans lequel végètent les bambous et les liquides qui circulent dans les vaisseaux capillaires de ces plantes.

(*The Edimb. Journ. of Science.* Avril 1828.)

Expérience *sur la Formation des Tubes fulminaires.*

(Lue à l'Académie des Sciences.)

M. Arago a fait connaître, dans une des dernières séances, les observations du docteur Fiedler sur les longs tubes qu'il a rencontrés dans des dépôts de sable de diverses localités, et que l'on regarde comme étant produits par la foudre. Cette idée d'attribuer la production des tubes à la foudre, est fondée sur plusieurs observations directes : on a vu, en effet, quelquefois, tomber le tonnerre dans un endroit bien déterminé, et ensuite on y a trouvé des tubes vitreux. (Voyez les *Annales de Chimie et de Physique.*) Néanmoins M. Hachette a pensé qu'il y aurait quelque utilité à essayer de reproduire ce phénomène artificiellement par la décharge d'une batterie électrique que

Digitized by Google

l'on ferait passer à travers des matières qui ne fussent pas d'une trop difficile fusion. En conséquence de cette idée, nous nous sommes réunis, M. Hachette, M. Savart et moi (M. Beudant) au Conservatoire des Arts et Métiers, pour tenter l'expérience avec la batterie du cabinet de Charles, la plus forte qui existe à Paris.

Notre expérience a parfaitement réussi : en faisant passer la décharge de la batterie à travers de la poussière de verre pilé que nous avions tassée dans un trou fait dans une brique, nous avons obtenu des tubes tout-à-fait semblables à ceux qui se trouvent dans la nature et qu'on attribue à la foudre, si ce n'est qu'ils sont d'une dimension en rapport avec nos moyens.

Dans une expérience faite sur du verre pilé, nous avons obtenu un tube de 25 millim. de longueur, dont le diamètre extérieur, qui décroît irrégulièrement d'une extrémité à l'autre, est de 3 millim. à 1 millim. et demi, et le diamètre du canal intérieur de $\frac{1}{2}$ millim.

Dans une autre expérience où nous avons employé du verre pilé mêlé d'un peu de chlorure de sodium, nous avons obtenu un tube de 30 millim. de longueur, assez régulier tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. Le diamètre moyen extérieur est de 4 millim. $\frac{1}{2}$ et le diamètre intérieur de 2 millim.

Deux autres expériences nous ont donné des tubes plus petits et moins bien conformés.

Les expériences faites avec de la poudre de feldspath et avec du quarz pilé n'ont pas réussi.

Nous remarquerons que nos tubes présentent, précisément comme ceux de la nature, une couche rembrunie à l'intérieur, que nous ne savons à quoi attribuer,

Digitized by Google

à moins qu'elle ne dépende d'une petite quantité de fer qui serait passé à un certain état d'oxidation.

Nous devons remarquer aussi que nos tubes sont loin d'avoir la solidité de ceux du Dr Fiedler, ce qui tient sans doute à la différence d'intensité électrique : elle est si faible par nos moyens comparativement à celle que la nature peut déployer !

Sur *les Empreintes de pieds d'animaux trouvées à la surface de diverses couches de grès rouge (Sandstone), dans la carrière de Corncockle-Muir, dans le Dumfries-Shire.*

La carrière de Muir est située entre les rivières *Annan* et *Kinnell*, à environ un mille et demi de leur confluent. Elle se trouve presque au sommet d'un monticule arrondi qui se prolonge dans l'étendue d'un demi-mille, parallèlement à la direction des rivières.

Le grès rouge de seconde formation (sandstone), dont la carrière est composée, a une teinte brune-rougeâtre; sa texture est friable; ses couches (strates) sont d'épaisseurs très-inégales et inclinées vers le sud sous un angle de 38°. On extrait de cette carrière des pierres à bâtir et des espèces de dalles assez minces qui servent à couvrir les maisons.

Le phénomène, peut-être unique dans son genre, auquel cet article est consacré, a été découvert il y a une quinzaine d'années; mais comme aucun ouvrage

Digitized by Google

scientifique n'en a encore parlé, M. Duncan, ministre à Ruthwell, vient d'en faire le sujet d'un Mémoire qui a été lu à la Société royale d'Edimburgh, et dans lequel nous avons puisé presque textuellement tous les élémens de cet extrait.

Dans la carrière de Muir, quand on a enlevé une couche, on trouve souvent à la surface supérieure de la couche qu'elle recouvrait, des empreintes nombreuses et bien définies des pattes de certains quadrupèdes. Sur une surface de cinq pieds deux pouces de long, actuellement enchâssée dans le mur d'une maison de plaisance de Ruthwell, M. Duncan a compté 24 de ces empreintes, savoir, 12 des pattes droite et 12 des pattes gauche, ce qui donne, en supposant l'animal quadrupède, 6 répétitions de la même patte. Les empreintes des pattes de devant ont un peu plus de 2 pouces de diamètre; on y distingue cinq ongles (claws). Les trois ongles de front des pattes de derrière se voient aussi; elles sont plus serrées que celles des pattes de devant. Il est également clair qu'il n'y avait pas dans la plante du pied de l'animal, des divisions analogues à celles qui, par exemple, existent dans les pattes du chien. La profondeur des plus fortes empreintes est d'environ un demi-pouce.

En comparant la distance des empreintes des pattes prise dans le sens de la piste, à leur distance transversale, on découvre aisément que la largeur de l'animal était très-grande relativement à sa longueur.

Ce qui précède peut être considéré comme la description générale du plus grand nombre d'empreintes trouvées dans les carrières de Muir, mais seulement pour les

Digitized by Google

animaux *qui montaient* le long des strates. Cependant M. Duncan en a découvert quelques-unes d'une nature tout-à-fait différente, et qui indiquent jusqu'à six variétés d'animaux bien distinctes. Dans la plus grande de ces variétés, la distance de l'empreinte de la patte de devant à l'empreinte correspondante de la patte de derrière, n'est pas de moins de 5 pieds.

Une autre classe d'empreintes a été produite, suivant M. Duncan, par les mêmes animaux, pendant qu'ils descendaient le long de la face très-inclinée de la strate. D'après cette idée, il est évident qu'elles devront être moins nettes que les autres, et même que partout où l'animal glissait, il n'y aura sur la pierre que l'ornière faite par les talons des pattes de devant, et, ça et là, quelques marques des pattes de derrière : l'observation l'a effectivement montré.

M. Buckland pense que les grès rouges ont été déposés à une époque où les animaux de l'ordre le plus élevé qui existaient sur la terre étaient des reptiles. Il a été amené dès-lors à supposer que des crocodiles ou des tortues pouvaient être les quadrupèdes dont M. Duncan a suivi les traces. Des expériences faites sur la marche de tortues vivantes, paraissent avoir confirmé sa conjecture. Il a même remarqué que ces animaux, placés sur une surface sablonneuse humide, produisaient en descendant, des empreintes et des traînées parfaitement semblables à la seconde classe de celles que nous avons décrites plus haut. Voici, au reste, quelques circonstances, non moins curieuses, relatives au même phénomène, et observées également par M. Duncan :

Digitized by Google

Dans beaucoup de cas, on remarque sur les couches de pierre qui recouvrent immédiatement celles où se trouvent les empreintes des pattes, des contre épreuves saillantes de ces empreintes tout aussi exactement modelées que si elles avaient été jetées dans un moule.

Les empreintes n'existent que dans les parties de la masse rocheuse auxquelles les ouvriers donnent le nom de *surface argileuse* (clay-face). Ils entendent par là une face offrant extérieurement un leger mélange d'argile, ce qui lui donne une dureté supérieure à celle du reste de la roche. Entre les deux strates contiguës, il y a alors, assez souvent, une mince couche de poussière argileuse (*soft clay*).

La série des empreintes est constamment dirigée dans le sens de l'inclinaison des couches, avec de légères déviations d'un côté ou de l'autre. Jamais elle ne rencontre la ligne de pente sous un angle considérable.

Partout où la matière dans laquelle on trouve les empreintes paraît avoir cédé sous l'action des pattes, le déplacement s'est opéré dans le sens de l'inclinaison *actuelle* des couches.

Il y a dans la carrière de Muir, des strates *continues* de grès rouge qui recouvrent dans une étendue de plus d'un quart de mille les couches à empreintes. La carrière ayant déjà été excavée, dans une direction verticale, de plus de 45 pieds comptés à partir du sommet du monticule, on a constaté que les empreintes se trouvent sur un grand nombre de strates distinctes; qu'elles se succèdent à des intervalles irréguliers; qu'il en existe à toute profondeur et qu'elles ont partout la même netteté.

Digitized by Google

La cause, quelle qu'elle soit, qui a enterré ces empreintes, n'a donc pas été la conséquence d'une révolution subite des élémens. Elle a dû agir pendant un grand nombre d'années, ou plutôt pendant un grand nombre de siècles. M. Duncan reconnaît lui-même combien il doit être difficile de former des conjectures plausibles concernant la manière dont le sable constituant les roches a pu être accumulé; il pense toutefois que les hypothèses suivantes mériteraient d'être examinées.

Supposons que dans une certaine saison le vent du sud-ouest forme un monticule de sable mouvant; que d'abondantes pluies disséminent ensuite les particules d'argile auxquelles ce sable était mêlé, et lui communiquent une consistance analogue à celle des mortiers. Quand ce mortier sera devenu un peu sec, les empreintes faites à sa surface par les pattes des animaux qui l'auront parcourue, se conserveront longtemps. L'année suivante, à pareille époque, une nouvelle couche de sable sera transportée sur la précédente avec laquelle elle ne s'incorporera pas, parce que celle-ci est à demi-durcie; les vents recouvriront sa surface d'une poussière argileuse enlevée aux champs dépouillés de verdure; la pluie y engendrera ensuite cette modification que la roche offre entre les strates, et appelée par les ouvriers *clay-face*; enfin, les animaux en s'y mouvant y laisseront des empreintes durables de leurs pattes. D'année en année, le même phénomène pourra se reproduire. Dans la suite des âges, les couches de sable deviendront des roches, par des voies que le géologue n'a pas encore découvertes, et l'une de ces convulsions dont toutes les régions du globe offrent de

Digitized by Google

si évidentes preuves, les abaissera au dessous de la surface du sol.

Quoi qu'on puisse penser de ces conjectures de M. Duncan, les observations que son Mémoire renferme n'en sont pas moins intéressantes : c'est la première fois, en effet, qu'on a découvert la piste d'un des nombreux animaux dont les débris étudiés avec soin ont amené les brillans progrès que l'histoire de la terre a faits de nos jours.

(*The Edimb. Journ. of Science*, avril 1828.)

Sur *la Décomposition de l'Ammoniaque par les métaux* (1).

Par M. Félix Savart.

On sait depuis long-temps que divers métaux, tels que le cuivre et le fer, jouissent, lorsqu'ils sont portés à une température élevée, de la propriété de séparer les élémens qui constituent l'ammoniaque, et l'on avait cru jusqu'ici que les métaux qui avaient opéré cette séparation n'augmentaient ni ne diminuaient de poids ; on avait seulement observé qu'ils devenaient très-cassans, et on pensait que cette propriété était produite en eux par un simple changement survenu dans les rapports de position des particules entre elles. Comme il était nécessaire, pour compléter des recherches que je fais

(1) Ces recherches ont été faites en août et septembre 1827 : à cette époque, je les communiquai à plusieurs

Digitized by Google

sur l'élasticité, que je m'assurasse qu'effectivement il n'y a point d'augmentation de poids lorsqu'on expose ainsi un métal à l'action du gaz ammoniaque, j'ai cherché à vérifier l'exactitude de cette assertion en opérant sur des quantités de métal beaucoup plus considérables que celles qu'on avait employées jusqu'ici, et il m'a paru que le métal augmentait de poids, d'une quantité qu'on ne pouvait pas négliger; ainsi 141ᵍ,91 de fil de cuivre, d'environ 4 millim. de diamètre, pesaient, après avoir opéré pendant quatre heures la décomposition du gaz ammoniaque, 142ᵍ,382; c'est-à-dire qu'il y avait une augmentation de poids de 0ᵍ,472. Comme les fils de cuivre avaient été légèrement oxidés, et qu'il était à craindre que l'augmentation de poids ne pût être attribuée, au moins en partie, à l'absorption de l'oxigène, j'ai recommencé l'expérience sur un seul fil de cuivre pesant 28ᵍ,86, en prenant toutes les précautions convenables pour que le gaz ammoniaque s'écoulât sans interruption et pour qu'il fût parfaitement desséché. Après l'opération, les fils de cuivre ayant été pesés de nouveau, leur poids s'est trouvé égal à 28ᵍ,965; donc le métal avait absorbé 0ᵍ,105 d'une substance inconnue, c'est-à-dire environ $\frac{1}{275}$ de son propre poids, au lieu que, dans le cas précédent, l'absorption n'avait été que de $\frac{1}{300}$. Je n'ajouterai rien à ce qu'on a dit sur les propriétés du cuivre, qui a ainsi opéré la décom-

---

personnes, entr'autres à MM. Biot, Dulong, Chevreul, Hachette, Savary, etc.: par l'état d'imperfection où elles se trouvent, il est facile de reconnaître que je n'ai pas eu le loisir de les achever.

Digitized by Google

position de l'ammoniaque ; seulement je remarquerai qu'ayant pris le poids spécifique du métal avant et après l'opération, il s'est trouvé, dans le premier cas, de 8,8659, et dans le second seulement de 7,7919.

Dans les mêmes circonstances, le fer présente exactement les mêmes phénomènes, si ce n'est que l'augmentation de poids est moins considérable : ainsi un cylindre de fer de 40g,135 pesait, après avoir décomposé pendant neuf heures un courant d'ammoniaque parfaitement desséché, 40g,195, différence 0g,06, de sorte que l'absorption n'était que de $\frac{1}{69}$, résultat qui s'accorde assez bien avec une expérience analogue rapportée par M. Thenard, et dans laquelle 25 gr. de fer se sont trouvés augmentés de 5 cent. après avoir eu décomposé l'ammoniaque pendant vingt-quatre heures, puisque, dans ce cas, où le contact avait duré plus longtemps, l'absorption a été de $\frac{1}{500}$.

Quant aux propriétés physiques du fer traité ainsi par l'ammoniaqne, elles sont changées d'une manière très-remarquable : comme on l'avait observé, ce métal est plus cassant que le fer ordinaire ; mais de plus, quand on ne le laisse qu'une heure ou deux en contact avec le courant de gaz, le grain de sa cassure diffère beaucoup de celui du fer ordinaire, il devient pareil à celui d'un acier très-fin. Dans cet état, le fer est susceptible d'être trempé, et il fait feu au briquet comme l'acier ordinaire. Au contraire, lorsque l'action du gaz sur le fer a duré plus long-temps, par exemple, huit ou dix heures, la trempe n'en altère plus les propriétés, il paraît plus doux à limer que le fer même ; sa cassure est d'un gris noirâtre, et son grain ressemble en quelque sorte à

Digitized by Google

celui de la plombagine. Le poids spécifique d'un fil de fer de 5 millim. de diamètre, qui avait été exposé au courant de gaz pendant neuf heures, était avant l'opération de 7,788, et après de 7,6637 (1).

Il paraît donc résulter de ces recherches, que dans la décomposition de l'ammoniaque par les métaux, il y a une substance qui est absorbée, et qu'il se forme une véritable combinaison soit de l'azote avec le métal, soit de l'hydrogène, soit de l'ammoniaque lui-même, et que cette combinaison nouvelle a des propriétés variables selon la quantité plus ou moins considérable de la substance absorbée. M. Pérzos, qui avait bien voulu m'aider à faire les expériences précédentes, ayant consenti à rechercher avec moi si nous ne pourrions pas mettre à nu la substance qui se combine dans ce cas avec les métaux, nous avons placé 49 grammes de cuivre (qui avait subi l'action de l'ammoniaque pendant cinq heures) dans une petite cornue de porcelaine, dont le col était armé d'un tube plongeant dans un bain de mercure, de manière à recueillir les gaz s'il s'en dégageait, et la cornue ayant été chauffée dans un fourneau où arrivait le courant d'air d'un soufflet de forge, nous avons fait fondre le métal. Pendant l'opération, aucun gaz ne s'est dégagé, à l'exception de l'air contenu dans la cornue et dans le tube auquel elle était attachée; après le refroidissement, la cornue ayant été cassée, nous avons trouvé le métal en une seule masse; mais entre

(1) Il serait nécessaire de répéter cette expérience avec beaucoup de soin, et de s'assurer que le gaz ammoniaque employé ne contient point d'acide carbonique.

Digitized by Google

elle et le fond de la cornue, il y avait une substance d'un jaune-brun qui paraissait avoir un poids spécifique plus grand que celui du cuivre, et qui s'était unie, en partie, au vernis de la porcelaine. Le cuivre ayant été pesé de nouveau, son poids s'est trouvé diminué; il n'était plus que de 48^{s},9 : il avait donc abandonné une grande partie de la substance qui s'était combinée avec lui.

Je terminerai cette Note en remarquant que l'action du potassium sur une petite quantité de cette substance adhérente à un fragment de porcelaine, nous a paru tout-à-fait pareille à celle de ce métal sur l'ammoniaque : il s'est formé dans les deux cas une substance d'un brun-vert, présentant tous les caractères de l'azoture de potassium; de sorte que ces expériences, qu'il faudrait cependant répéter et varier de diverses manières, semblent venir à l'appui des idées de MM. Davy et Berzelius, qui ont été conduits, par d'autres recherches, à considérer l'azote comme un oxide dont le radical, qu'ils ont appelé *ammonium*, serait la substance qui formerait des alliages avec le cuivre et le fer dans les expériences que nous venons de rapporter.

Sur *la Formation artificielle de l'Urée.*

Par M^{r} F. Wöhler.

J'ai annoncé, dans une précédente Notice, que par l'action du cyanogène sur l'ammoniaque liquide, ou-

Digitized by Google

tre plusieurs autres produits, il se forme de l'acide oxalique et une substance blanche cristalline, que l'on obtient aussi toutes les fois que l'on cherche à combiner, par exemple, l'acide cyanique avec l'ammoniaque par double décomposition. Ayant reconnu que par la purification de cette matière elle paraissait changer de nature et donner naissance à un nouveau produit, mon attention fut attirée de nouveau sur ce sujet, et j'obtins le résultat inattendu, que, par la combinaison de l'acide cyanique avec l'ammoniaque, il se produit de l'urée : fait d'autant plus remarquable qu'il offre un exemple de la formation artificielle d'une matière organique, et même de nature animale, au moyen de principes inorganiques.

J'ai déjà annoncé précédemment que l'on obtient plus facilement la substance blanche cristalline mentionnée plus haut, en décomposant le cyanate d'argent par une dissolution de sel ammoniac, ou le cyanate de plomb par l'ammoniaque liquide. J'ai préparé, par le dernier procédé, la quantité nécessaire à mes recherches ; j'ai obtenu cette matière en cristaux incolores, transparens, formant de petits prismes à quatre faces, rectangulaires et sans pointement prononcé.

La potasse ou la chaux ne dégagent de cette matière aucune trace d'ammoniaque ; et avec les acides, elle ne présente pas entièrement les phénomènes de la décomposition, si facile à observer, des cyanates, particulièrement le dégagement de l'acide carbonique et de l'acide cyanique : elle ne précipite pas non plus, comme le fait un véritable cyanate, les sels de plomb et d'argent, et ne peut par conséquent contenir ni acide cyanique ni

Digitized by Google

ammoniaque. Comme j'ai trouvé que, par la dernière manière de l'obtenir, il ne se formait aucun autre produit, et que l'oxide de plomb était séparé pur, j'imaginai qu'il pouvait se former, par la combinaison de l'acide cyanique avec l'ammoniaque, une substance organique et peut-être un principe semblable à une base salifiable végétale. J'ai fait quelques recherches, sous ce point de vue, sur l'action des acides sur ce corps cristallisé; mais il se comporte avec eux d'une manière indifférente, à l'exception de l'acide nitrique, qui forme aussitôt dans la dissolution concentrée de cette matière un précipité en écailles brillantes. Après avoir été purifiés par plusieurs cristallisations, ces cristaux montraient un caractère très-acide; et j'étais déjà porté à les prendre pour un acide particulier, lorsque je trouvai que par la neutralisation avec les bases ils donnaient des nitrates, desquels on pouvait séparer par l'alcool la matière cristalline avec tous les caractères qu'elle avait avant l'action de l'acide nitrique. Cette similitude de résultats avec ceux que donne l'urée m'engagea à faire des essais comparatifs sur l'urée parfaitement pure, séparée de l'urine; il en est résulté, de la manière la plus évidente, que l'urée et ce corps cristallin, ou le cyanate d'ammoniaque, si on peut l'appeler ainsi, sont des matières absolument identiques.

Je ne parlerai pas davantage des propriétés de cette urée artificielle, puisqu'elles sont tout-à-fait semblables à celles que l'on peut trouver dans les écrits de Proust, Prout et autres, sur l'urée. Je remarquerai seulement une circonstance dont ils ne parlent pas; que

Digitized by Google

l'urée naturelle, aussi bien que l'urée artificielle, outre une grande quantité de carbonate d'ammoniaque, produit, en se décomposant par le feu, vers la fin de l'opération, l'odeur de l'acide cyanique semblable à celle de l'acide acétique, exactement comme je l'ai trouvé par la distillation du cyanate de mercure ou de l'acide urique, et particulièrement de l'urate de mercure. On obtient aussi, par cette distillation de l'urée, une matière blanche qui paraît de nature particulière, et de la recherche de laquelle je suis encore occupé.

Mais s'il ne se forme effectivement que de l'urée par la combinaison de l'acide cyanique avec l'ammoniaque, elle doit avoir entièrement la même composition que celle que l'on trouve par le calcul pour le cyanate d'ammoniaque d'après la formule que j'ai donnée pour les cyanates; et cela est en effet, si on admet 1 atome d'eau dans le cyanate d'ammoniaque, comme dans tous les sels ammoniacaux qui contiennent de l'eau, et si l'on prend l'analyse de Prout comme la plus exacte; d'après laquelle l'urée est composée de

Azote.....	46,650	4 atomes.
Carbone.....	19,975	2
Hydrogène...	6,670	8
Oxigène.....	26,650	2
	99,945.	

Mais le cyanate d'ammoniaque serait composé de 56,92 d'acide cyanique, de 28,14 d'ammoniaque, et de 14,74 d'eau; ce qui donne pour ses élémens :

Digitized by Google

Azote.....	46,78	4 atomes.
Carbone.....	20,19	2
Hydrogène. .	6,59	8
Oxigène.....	26,24	2
	99,80.	

On aurait donc pu, avant d'avoir trouvé la formation de l'urée par l'acide cyanique et l'ammoniaque, calculer d'avance que le cyanate d'ammoniaque avec un atome d'eau a la même composition que l'urée. On obtient par la combustion de l'acide cyanique, au moyen de l'oxide de cuivre, 2 volumes de gaz acide carbonique, et 1 volume d'azote; mais, par la combustion du cyanate d'ammoniaque, on devrait obtenir volumes égaux de ces gaz, et c'est en effet ce rapport que Prout a trouvé par la combustion de l'urée.

Je m'abstiens de toutes autres considérations qui sont des conséquences si naturelles de ce fait; particulièrement sous le rapport tant des proportions des principes organiques que sous celui d'une composition égale, élémentaire et quantitative dans des composés de propriétés bien différentes, comme on l'a admis pour l'acide fulminique et l'acide cyanique, pour un hydrogène carboné liquide, et le gaz oléfiant; mais il faudra faire des expériences plus étendues sur plusieurs cas semblables, pour arriver à quelque loi générale.

Digitized by Google

Sur *le Carbonate noir de cuivre.*

Par M. Gay-Lussac.

MM. Colin et Taillefert ont annoncé (*Ann. de Phys.* XII. 62) que lorsqu'on fait bouillir avec de l'eau le carbonate bleu ou vert de cuivre, il abandonne l'eau avec laquelle il était combiné, sans perdre de son acide carbonique, et devient noir. Ayant voulu préparer du carbonate noir, en suivant le procédé de MM. Colin et Taillefert, j'ai obtenu une matière qui était d'un brun noir foncé; mais l'ayant arrosée d'acide nitrique, je n'ai point obtenu de dégagement d'acide carbonique, ou qu'une quantité insignifiante. L'expérience répétée sur plusieurs carbonates de cuivre, et même sur la cendre bleue anglaise, m'a constamment donné le même résultat. En ne faisant bouillir que jusqu'au moment où le carbonate de cuivre paraît noir, il fait encore effervescence avec les acides, mais beaucoup moins qu'avant l'ébullition; et en continuant l'action de la chaleur pendant quelques heures, la poudre noire se dissout dans les acides sans dégagement de gaz.

L'acétate de cuivre se décompose aussi par l'ébullition; l'acide acétique se dégage, et il reste une poudre brune qui n'est que de l'oxide de cuivre.

Le précipité formé avec le carbonate de soude dans le sulfate de cuivre en excès est un sous-sulfate de cuivre inaltérable par l'ébullition. En faisant bouillir une dissolution de sulfate de zinc sur du carbonate de zinc, il se forme aussi un sous-sulfate; mais je ferai plus tard de l'action de quelques sels sur les carbonates l'objet d'une Note particulière.

Digitized by Google

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Mars* 1828.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE		ÉTAT DU CIEL	VENTS
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	maxim.	minim.	à midi.	à midi.
1	763,42	+ 5,7	81	762,80	+ 8,0	73	761,45	+ 8,5	70	759,65	+ 5,2	89	+ 8,5	+ 5,0	Nuageux.	N.
2	756,37	+ 8,0	84	756,20	+ 9,0	76	755,97	+ 7,5	79	757,42	+ 6,0	82	+ 9,0	+ 6,8	Quelques éclaircies.	N. fort.
3	758,24	+ 6,0	81	757,57	+ 8,5	74	756,06	+ 8,0	74	754,04	+ 7,2	87	+ 8,5	+ 4,2	Couvert.	O. N. O.
4	755,52	+ 7,0	88	755,90	+ 9,0	76	755,72	+ 8,5	74	754,63	+ 7,2	80	+ 9,0	+ 5,8	Couvert.	N. O.
5	749,40	+ 7,5	88	749,24	+ 8,2	70	748,98	+ 7,4	64	749,50	+ 2 5	85	+ 8,2	+ 0,0	Couvert.	N. O. fort
6	752 46	+ 1,4	75	753,06	+ 2 8	80	753,52	+ 2,8	65	757,43	+ 0,3	85	+ 2,8	+ 0,9	Couvert.	N. O. fort.
7	763,85	+ 1,2	80	764,80	+ 4,4	55	764,34	+ 5,2	56	764,90	+ 2,7	74	+ 5,2	+ 2,5	Eclaircies.	N. O.
8	763,32	+ 2,5	89	763,06	+ 5,0	88	762,76	+ 7,5	89	764,85	+ 7,5	90	+ 7,6	+ 1,3	Pluie fine.	S.
9	766,70	+ 9,0	90	766,60	+11,2	88	765,96	+ 9,7	88	765,90	+ 5,7	90	+11,2	+ 5,7	Couvert.	S.
10	765,89	+ 7,0	88	765,78	+10,0	86	765,22	+10,0	86	765,32	+ 6,5	88	+10,0	+ 5,2	Couvert, brouillard.	O. N. O.
11	765,43	+ 8,7	87	765 00	+12,2	70	764,10	+12,0	69	763.10	+ 7,7	80	+12,2	+ 4,9	Couvert.	O. N. O.
12	760,32	+ 7,2	85	759,64	+11,8	85	758,72	+13,7	76	758,80	+ 8,5	88	+13,8	+ 1,0	Serein.	E. S. E.
13	762,52	+ 7,0	89	763,27	+11,7	85	762,88	+11,7	80	763,77	+ 7,2	90	+11.7	+ 5,0	Couvert.	O. N. O.
14	764,78	+ 7,9	88	764,66	+12,5	87	763,80	+15,0	84	763,90	+11,2	88	+15.0	+ 3,8	Légères vapeurs.	S. S. E.
15	765,06	+ 8,7	88	765,15	+14,0	77	764,80	+15,5	70	765,90	+11,2	82	+15,5	+ 4,5	Légères vapeurs.	N. E.
16	767,47	+ 8,0	88	767,10	+12,0	83	765,70	+13,8	78	764,63	+ 9.3	80	+13,8	+ 7,0	Légèrement couvert.	O. N. O.
17	761,40	+12,2	86	761,20	+13,5	85	760,88	+12,7	86	761,80	+11,7	88	+13,7	+ 9,4	Pluie fine.	N. O.
18	763,32	+10,2	87	762,74	+11,8	85	761,34	+14,0	75	758,48	+ 9,3	85	+14,0	+ 7,0	Couvert.	O.
19	749,08	+ 9,0	88	747 90	+12,6	80	747,20	+12,5	69	748,77	+ 7,0	80	+12,6	+ 6,9	Couvert.	O. N. O. fort.
20	747,96	+ 9,0	80	748,28	+11,2	66	744,18	+11,0	69	738,00	+ 8,2	90	+11,3	+ 6,3	Eclaircies.	S. O.
21	735,76	+ 8,5	89	732,87	+14,2	87	734,13	+10,1	84	740,22	+ 7,0	86	+14,2	+ 5,6	Pluie très-fine.	S. O. fort.
22	744,64	+ 7,5	80	744,07	+ 9,5	64	743,28	+ 8,7	64	743,78	+ 3,8	84	+ 9,5	+ 3,7	Très-nuageux.	S. O. fort.
23	744,44	+ 5,6	80	744,33	+ 8,5	66	743,95	+ 8,7	60	745,88	+ 3,2	89	+ 8,7	+ 1,2	Quelq pet. éclaire	S. O.
24	747,98	+ 5,8	84	748,42	+ 8,1	73	748,70	+ 7,0	64	750,28	+ 1,9	90	+ 8,1	+ 1,6	Très-nuageux	O. N O.
25	751,84	+ 5,2	84	751,45	+ 7,5	65	751,11	+ 7,2	69	752,23	+ 2,9	85	+ 7,5	+ 0,7	Très-nuageux.	N. N. O.
26	754,82	+ 3,3	86	754,40	+ 8,1	75	753,65	+ 8,2	68	752,70	+ 3,5	80	+ 8,3	+ 0,0	Très-nuageux.	S. S. E.
27	747,82	+ 7,2	86	746,30	+ 8,4	88	745,11	+ 8,2	87	743,76	+ 6,7	90	+ 8,4	+ 4,1	Pluie, brouillard.	S. S. E
28	740,82	+ 9.0	86	741,30	+11,2	81	742,50	+ 9,5	80	747,42	+ 6,7	90	+11,2	+ 5,7.	Pluie.	S. S. O.
29	752,78	+ 7,0	70	752 66	+ 9 0	62	752,47	+ 8,5	52	753.91	+ 5,0	70	+ 9,0	+ 4,2	Légèrement couvert.	N. N. O.
30	755,77	+ 8,2	80	756.53	+ 6,8	80	757,40	+ 7,0	80	759,24	+ 5,0	87	+ 8,3	+ 3,1	Pluie fine.	S. S. O.
31	762,93	+ 6,9	80	763,13	+10,2	62	763,16	+11,2	57	764,65	+ 6,2	72	+11,2	+ 1,7	Nuageux.	N. N. E.
1	759,52	+ 5,5	84	759,50	+ 7,6	77	759,00	+ 7,5	74	759,36	+ 5,3	85	+ 8,0	+ 3,0	Moyennes du 1 au 10.	Pluie.
2	760,73	+ 8,8	87	760,29	+12,3	80	759,36	+13,2	76	758,77	+ 9.1	85	+13,4	+ 5,6	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 6,8 10
3	749.05	+ 6,7	82	748,68	+ 9,2	73	748,68	+ 8,6	69	750,37	+ 4,7	83	+ 9,5	+ 2,9	Moyenn. du 21 au 31	Terrasse, 6,050
	756,19	+ 7,0	84	755,91	+ 9.7	77	755,45	+ 9.7	73	755 98	+ 6,3	84	+10,3	+ 3,8	Moyennes du mois,	+ 7,0.

Digitized by Google

Mémoire *sur l'Équilibre et le Mouvement des Corps élastiques.*

Par M. Poisson.

(Lu à l'Académie des Sciences, le 14 avril 1828.)

Le problème de la *chaînette* est la première question dans laquelle les géomètres aient considéré l'équilibre d'une courbe flexible. Il consiste, comme on sait, à déterminer la courbe que doit former une chaîne pesante, soutenue par ses deux extrémités. C'est à Leibnitz et aux Bernouilli qu'on en doit la solution, sur laquelle Galilée s'était trompé, et qui a passé maintenant dans les Traités élémentaires de mécanique. Elle est fondée sur la considération d'une force de grandeur inconnue, qui agit suivant les deux prolongemens de chaque élément de la courbe, et qu'on appelle *la tension* de la chaînette en chacun de ses points. On y suppose la chaînette parfaitement flexible. Dans un autre problème, celui de la *lame élastique*, on a tenu compte, pour la première fois, de la tendance d'une courbe formée d'une matière élastique, à reprendre sa figure naturelle. Au commencement du siècle dernier, Jacques Bernouilli en a donné la solution dans un Mémoire qui fait partie de ceux de notre ancienne Académie. Il s'appuie sur un principe, adopté ensuite par tous les géomètres qui ont traité la même question. Jacques Bernouilli suppose que dans une lame élastique en équilibre, le moment de la force qui tend à ramener en ligne droite deux élémens consécutifs, est propor-

Digitized by Google

tionnel, en chaque point de la courbe, à l'angle de contingence, ou en raison inverse du rayon de courbure. Pour se rendre raison de son hypothèse, il faut considérer, avec ce grand géomètre, les différens filets d'une lame pliée, et avoir égard aux contractions des uns et aux dilatations des autres; ces petites variations de longueur donnent effectivement lieu à des forces longitudinales qui leur sont proportionnelles, dont la résultante est nulle, si l'extension moyenne de la lame l'est aussi, mais dont le moment total n'est pas égal à zéro : on trouve sa valeur proportionnelle à l'angle de deux élémens consécutifs de la courbe, en admettant toutefois, comme une donnée de l'expérience, qu'une droite tracée suivant l'épaisseur de la lame, et qui était primitivement normale à ses faces, demeure encore perpendiculaire à sa courbure, après que la lame a été pliée. Par cette décomposition de la lame en filets longitudinaux, on trouve aussi que le moment de la force élastique est proportionnel au cube de l'épaisseur, toutes choses dailleurs égales.

Après les questions relatives à l'équilibre des cordes et des lames élastiques, sont venues naturellement celles qui concernent leur mouvement, et particulièrement leurs petites vibrations, d'où dépendent les différens sons qu'elles font entendre. Ce fut d'Alembert qui résolut le premier, d'une manière générale, le problème des *cordes vibrantes* dont Taylor avait donné auparavant une solution qui n'était que particulière. Ce problème est un de ceux qui ont donné naissance au calcul aux différences partielles; et la solution de d'Alembert est fondée sur l'intégration directe d'une équation

Digitized by Google

de cette nature, et sur la considération des fonctions arbitraires que son intégrale renferme. Lagrange donna, quelques années après, une autre solution du même problème, sur laquelle l'attention des géomètres s'est portée de nouveau dans ces derniers temps. Les fonctions arbitraires y sont remplacées par des séries de quantités périodiques qui en représentent les valeurs pour toute la longueur de la corde, soit que, dans cet intervalle, ces fonctions ne changent pas de forme, ou soit qu'il s'agisse de fonctions discontinues. Or, dans un grand nombre de questions de physique ou de mécanique, il n'arrive pas que les équations aux différences partielles dont elles dépendent, puissent s'intégrer sous forme finie; on est donc alors obligé de recourir à des solutions analogues à celle de Lagrange, qui ont d'ailleurs toute la généralité que chaque question comporte, et sont souvent plus commodes que celles qui se déduisent des intégrales sous forme finie, dans les cas où celles-ci nous sont données. De cette manière, les inconnues qu'il s'agit de déterminer se trouvent exprimées par des sommes de quantités dont chacune satisfait séparément à toutes les conditions du problème, et en est une solution particulière. Dans les questions de mécanique, cette superposition de solutions particulières n'est autre que le principe de Daniel Bernouilli sur la *coexistence des petites oscillations*; et elle tient, en général, à la forme linéaire des équations de chaque problème. La méthode que ce géomètre avait suivie pour résoudre, de son côté, le problème des cordes vibrantes, en partant de la solution particulière qu'on devait à Taylor, était donc fondée sur le

Digitized by Google

même principe que la solution de Lagrange ; mais D. Bernouilli ne faisait pas voir comment on pouvait représenter par des séries de quantités périodiques l'état initial de la corde, supposé entièrement arbitraire ; et c'est en cela que l'analyse de Lagrange était indispensable pour compléter la solution de Taylor et de D. Bernouilli.

Les vibrations des lames élastiques ont été déterminées par Euler et D. Bernouilli, dans tous les cas où les extrémités de la lame vibrante peuvent se trouver. Leurs solutions sont aussi formées de la superposition d'un nombre quelconque de solutions particulières ; et il y manque d'avoir montré comment elles peuvent toujours représenter l'état initial de la lame ; ce qui, toutefois, n'influe nullement sur les lois des vibrations qu'ils en ont déduites, et qui sont conformes à celles que les physiciens ont trouvées par l'expérience.

Tels sont, en peu de mots, les principaux résultats relatifs à l'équilibre et au mouvement des corps élastiques, qui étaient connus lorsque j'essayai d'aller plus loin dans un Mémoire sur les *Surfaces élastiques*, lu à l'Institut en 1814. J'ai supposé que les points d'une plaque élastique, courbée d'une manière quelconque, se repoussent mutuellement suivant une fonction de la distance qui décroît très-rapidement, et devient insensible dès que la variable a acquis une grandeur sensible ; hypothèse qui m'a conduit à une équation d'équilibre des surfaces élastiques, laquelle prend la même forme que celle de la simple lame courbée en un seul sens, quand on l'applique à ce cas particulier. Mais cette ma-

Digitized by Google

nière d'envisager la question ne convient rigoureusement qu'à une surface sans épaisseur, sur laquelle sont placés des points matériels, contigus ou très-peu distans les uns des autres ; et quand, au contraire, on a égard à l'épaisseur de la plaque courbée, ses particules se distinguent en deux sortes : les unes se repoussent effectivement en vertu de la contraction qui a lieu du côté de la concavité, et les autres s'attirent en vertu de la dilatation produite du côté opposé. Il était donc nécessaire de reprendre de nouveau cette question ; et pour qu'elle soit complètement résôlue, il faudra trouver, relativement à une plaque élastique d'une épaisseur donnée, les conditions qui doivent être satisfaites, soit en tous ses points, soit à ses bords en particulier, pour l'équilibre des forces qui lui sont appliquées et des actions mutuelles de ses molécules. Ajoutons qu'il serait à désirer que les géomètres reprissent sous ce point de vue physique et conforme à la nature, les principales questions de la mécanique. Il a fallu les traiter d'une manière tout-à-fait abstraite, pour découvrir les lois générales de l'équilibre et du mouvement ; et en ce genre de généralité et d'abstraction, Lagrange est allé aussi loin qu'on puisse le concevoir, lorsqu'il a remplacé les liens physiques des corps par des équations entre les coordonnés de leurs différens points : c'est là ce qui constitue la *mécanique analytique* ; mais à côté de cette admirable conception, on pourrait maintenant élever la *mécanique physique*, dont le principe unique serait de ramener tout aux actions moléculaires qui transmettent d'un point à un autre l'action des forces données, et sont l'intermédiaire de leur équilibre. De

Digitized by Google

cette manière, on n'aurait plus d'hypothèses spéciales à faire, lorsqu'on voudra appliquer les règles générales de la mécanique, à des questions particulières. Ainsi, dans le problèmes de l'équilibre des cordes flexibles, la tension qu'on introduit pour le résoudre, sera le résultat immédiat des actions mutuelles des molécules un tant soit peu écartées de leurs positions naturelles; dans le cas de la lame élastique, le moment d'élasticité par flexion proviendra de ces mêmes actions considérées dans toute l'épaisseur de la plaque, et son expression sera déterminée sans aucune hypothèse; enfin, les pressions exercées par les fluides dans leur intérieur et sur les parois des vases qui les contiennent, seront aussi les résultantes des actions de leurs molécules sur les surfaces pressées, ou plutôt sur une couche fluide extrêmement mince en contact avec chaque surface. Le principe de l'égalité de pression en tous sens, qui sert de base à l'hydrostatique et que l'on emprunte de l'expérience, sera actuellement une conséquence de cette notion de la pression moléculaire, et de la parfaite mobilité des particules fluides. En effet, par un point quelconque d'une masse fluide que j'appellerai A, menons une droite aussi petite que l'on voudra, et cependant extrêmement grande eu égard aux intervalles qui séparent les molécules et au rayon de leur sphère d'activité, de sorte que cette droite rencontre un nombre très-grand et comme infini de particules matérielles. Supposons que ce nombre soit d'abord sensiblement le même dans toutes les directions autour du point A; condition qui suffira pour que la pression, telle qu'on vient de la définir, soit aussi la même en tous sens

Digitized by Google

autour de ce même point. Cela étant, si l'on exerce sur une partie libre de la surface du fluide, une pression quelconque, ses molécules se rapprocheront les unes des autres; et ce qui caractérise une masse fluide, et la distingue généralement d'un corps solide élastique, c'est qu'en vertu de leur mobilité parfaite, les particules fluides se disposeront toujours autour de chaque point A, comme on vient de le supposer; d'où il résulte que la pression moléculaire aura augmenté par l'effet du rapprochement des molécules, sans cesser d'être la même en tous sens autour de chacun des points de la masse fluide. Cette conséquence ne dépend pas de son degré de compressibilité; il suffit seulement que le fluide possède cette propriété à un degré aussi faible que l'on voudra, et c'est effectivement ce qui a lieu dans les liquides mêmes dont le volume résiste le plus aux forces extérieures. Elle ne dépend pas non plus du petit intervalle de temps pendant lequel les molécules parviennent à la disposition autour de chaque point A, que suppose l'égalité de pression en tous sens. Cependant, ce temps, quoique très-court et sans doute inappréciable dans les fluides parfaits où l'on observe cette égalité de pression; ce temps, disons-nous, peut être néanmoins très-différent dans ces différens fluides. Cette diversité n'influera nullement sur leur équilibre, qui ne s'établit qu'après que le petit intervalle de temps dont nous parlons est écoulé; mais en sera-t-il de même par rapport à leur mouvement? C'est une question que nous pourrons examiner dans une autre occasion.

En général, dans les applications de la mécanique,

Digitized by Google

on doit avoir égard, autant qu'on le peut, à toutes les circonstances physiques qui tiennent à la nature intime des corps; et il y a déjà long-temps qu'on en a senti la nécessité pour faire disparaître l'indétermination de certaines questions de mécanique abstraite; indétermination qui ne saurait avoir lieu dans la nature, où tout, en effet, doit être déterminé et ne comporter qu'une seule solution. L'exemple le plus simple de cette abstraction est celui que présente le choc des corps durs, lorsqu'on ne leur suppose aucun degré de compressibilité : le phénomène alors est instantané; et la seule condition qu'on ait à remplir, c'est que la vitesse du corps qui va devant ne soit pas moindre que celle du corps qui va derrière; condition à laquelle on peut satisfaire d'une infinité de manières, et qui laisse indéterminé l'état des deux mobiles après le choc; mais si les mobiles sont compressibles aussi peu que l'on voudra, le phénomène du choc dure un certain temps; il s'achève à l'instant précis où leurs vitesses étant parvenues graduellement à l'égalité par l'effet de leur compression mutuelle, les deux corps n'agissent plus l'un sur l'autre; et cette condition de l'égalité des deux vitesses après le choc, détermine complètement celles dont les mobiles se trouveront animés. Soit encore pour exemple, un poids posé sur une table soutenue par plus de trois pieds. Si l'on considère la table comme un plan rigoureusement inflexible, les charges que ses pieds devront supporter, auront une infinité de valeurs différentes, dont la somme sera égale au poids donné, ce qui ne présente rien d'inconcevable, en observant qu'il ne s'agit alors que d'une simple

Digitized by Google

décomposition de forces, et que cet énoncé ne signifie rien autre chose, si ce n'est qu'une force donnée peut se décomposer d'une infinité de manières différentes, en plus de trois autres forces parallèles à sa direction. Cependant il serait absurde qu'en réalité la charge de chaque pied pût avoir plusieurs valeurs; et, en effet, l'indétermination disparaît, lorsque l'on tient compte du degré d'élasticité propre à la matière de la table, et de la flexion qu'elle éprouve, quelque peu considérables qu'on les suppose. On trouvera, dans mon Mémoire, la solution d'un cas particulier de ce problème de mécanique physique, dans lequel on suppose qu'une plaque circulaire est appuyée à la fois par son centre et par son contour, et où l'on demande suivant quel rapport la charge due à son poids se partagera entre ces deux appuis : j'ai obtenu, pour ce rapport, une quantité déterminée qui ne dépend ni du diamètre, ni de l'épaisseur de la plaque, non plus que de son degré d'élasticité, mais qui n'est pas la même selon que le contour est encastré, ou qu'il n'est qu'appuyé verticalement.

Je reviens maintenant à l'objet principal de ce Mémoire, où je me suis proposé spécialement de former les équations de l'équilibre et du mouvement des verges et des plaques élastiques, d'après la considération des actions mutuelles de leurs molécules. Mais il importe d'abord de faire, à ce sujet, une observation sans laquelle le calcul des forces dues à cette cause deviendrait illusoire. Dans tous les cas où l'on a considéré jusqu'ici l'action moléculaire, par exemple, dans les théories de la capillarité et de la chaleur, on a toujours exprimé les forces qui dérivent de cette action, par des

Digitized by Google

intégrales définies ; cependant cette manière de les représenter ne leur est point applicable, ainsi qu'on va le voir par les considérations suivantes.

Lorsqu'un corps est dans son état naturel, c'est-à-dire lorsqu'il n'est comprimé par aucune force, qu'il est placé dans le vide, et qu'on fait même abstraction de son poids, non seulement chaque molécule est en équilibre dans son intérieur et à sa surface, mais on verra de plus, dans ce Mémoire, que la résultante des actions moléculaires est séparément nulle des deux côtés opposés de chaque petite partie du corps (1). Dans cet état, les distances qui séparent les molécules doivent être telles que cette condition soit remplie, en ayant égard à leurs attractions mutuelles, et à la répulsion calori-

(1) C'est ce qu'on voit facilement dans le cas d'un simple filet, formé d'une série de molécules. Partageons-le en parties très-petites, mais néanmoins plus grandes que le rayon d'activité des molécules ; désignons par A_0, A_1, A_2, A_3, etc., les points de division consécutifs ; puisqu'il n'y a, par hypothèse, aucune pression extérieure qui agisse à l'extrémité A_0, il faudra, pour l'équilibre de la partie $A_0 A_1$, que l'action du reste du filet sur cette partie soit égale à zéro ; la réaction de $A_0 A_1$ sur ce reste ou sur la partie $A_1 A_2$, le sera donc aussi ; par conséquent, pour l'équilibre de cette dernière partie, il sera nécessaire que l'action du reste du filet sur $A_1 A_2$ soit encore égale à zéro ; et en continuant ainsi de proche en proche, on en conclura que les actions moléculaires qui ont lieu des deux côtés d'une partie quelconque sont séparément nulles dans toute la longueur du filet, comme à ses deux extrémités.

Digitized by Google

fique que nous comprenons aussi parmi les actions moléculaires. Quelque dur et quelque solide que soit un corps, la force qui s'oppose à la séparation de ses parties est nulle ou n'existe pas dans l'état dont nous parlons : elle ne commence à naître que quand nous cherchons à effectuer cette séparation, et que nous changeons un tant soit peu les distances des molécules. Or, si l'on exprime cette force par une intégrale, il arrive que sa valeur étant nulle dans l'état naturel du corps, elle le sera encore après la variation quelconque des distances moléculaires, en sorte que le corps n'opposerait aucune résistance à la séparation de ses parties, ce qui serait une absurdité. Il en résulte que la somme qui exprime l'action totale d'une série de molécules disjointes ne peut pas se convertir en une intégrale définie, ce qui tient à la nature de la fonction des distances qui représente l'action de chaque molécule. Les forces moléculaires dont on trouvera les expressions dans le paragraphe premier de ce Mémoire, ont été calculées d'après ce principe, et réduites néanmoins à la forme la plus simple dont elles soient susceptibles.

Les paragraphes suivans contiennent les équations de l'équilibre et du mouvement, déduites de ces forces et relatives, soit à tous les points, soit aux extrémités, des cordes et des verges, des membranes et des plaques élastiques. Parmi ces équations, celles qui répondent au contour d'une plaque élastique pliée d'une manière quelconque, et celles qui appartiennent à tous les points d'une plaque ou d'une membrane qui est restée plane, n'avaient pas encore été données ; les autres coïncident avec les équations précédemment trouvées par différens

Digitized by Google

moyens. Lorsque j'ai intégré ces équations pour en déduire les lois des vibrations sonores, j'ai exprimé les intégrales par des séries de solutions particulières de chaque question, ainsi qu'il a été dit plus haut. Les coëfficiens de ces séries ont été déterminés en suivant la méthode que j'avais déjà employée dans un autre Mémoire, et dont les applications diverses que l'on trouvera dans celui-ci, montreront toute la généralité et l'uniformité. Un avantage de cette méthode est de fournir en même temps un moyen de démontrer la réalité de toutes les racines des équations transcendantes, d'où dépendent les coëfficiens du temps sous les *sinus* et *cosinus* suivant lesquels les séries sont ordonnées; ce qu'on pourrait d'ailleurs conclure de l'état d'équilibre stable dont les corps vibrans sont écartés.

J'ai eu soin, autant qu'il m'a été possible, de comparer à l'expérience les résultats relatifs à la mesure des sons et à la position des lignes *nodales*, auxquels j'ai été conduit par mon analyse, et qui n'étaient pas encore connus. J'ai employé, à cet effet, des expériences de MM. Savart et Cagniard-Latour, qu'ils ont bien voulu me communiquer. On a déjà vu, dans deux Notes qui font partie du tome XXXVI des *Annales de Chimie et de Physique*, l'accord remarquable qui existe entre le calcul et l'expérience; on en verra encore d'autres exemples dans ce Mémoire : cette concordance sur les points les plus décisifs fournira une confirmation importante de la théorie, et en même temps une nouvelle preuve de l'habileté des observateurs et de l'exactitude de leurs observations.

Je joins à ce préambule, qui fait partie du Mémoire,

Digitized by Google

un énoncé des résultats qui peuvent intéresser les physiciens.

I. On a déterminé les sons et les surfaces nodales d'une sphère dont tous les points, également éloignés du centre, ont à chaque instant le même mouvement, suivant leurs rayons respectifs.

II. Si un fil élastique est tiré suivant sa longueur, et qu'il soit allongé dans le rapport de $1+x$ à l'unité, son volume augmente en même temps dans le rapport de $1+\frac{1}{2}x$ à l'unité, et sa densité diminue, par conséquent, en raison inverse. M. Cagniard-Latour avait déjà remarqué l'augmentation de volume qui accompagne l'allongement d'un fil de laiton, et l'on peut voir dans le tome XXXVI de ces Annales (pag. 384), comment le résultat de son expérience s'accorde avec celui que nous énonçons.

III. Soit l la longueur d'une corde tendue, ou la distance comprise entre les deux points fixes qui la terminent ; α l'allongement dû à la force qui produit sa tension, ou à un poids équivalent ; n le nombre de ses vibrations longitudinales dans l'unité de temps ; n' le nombre de ses vibrations transversales dans le même temps, on aura :

$$\frac{n}{n'}=\sqrt{\frac{\alpha}{l}}.$$

Dans une expérience que M. Cagniard-Latour a faite, on avait :

$$l=14^{m},8, \quad \alpha=0^{m},05, \quad \frac{n}{n'}=16,87;$$

et ce rapport diffère peu de 17,204 qu'il aurait dû être d'après la formule précédente.

Digitized by Google

IV. Si l'on appelle a la vitesse du son dans une barre d'une très-petite épaisseur, indéfiniment prolongée ; que l'on désigne par n le nombre de vibrations longitudinales dans l'unité de temps, d'une verge de la même matière, libre par les deux bouts, et dont la longueur est l, on aura :

$$a = \frac{2l}{n}.$$

Cette formule avait déjà été remarquée ; mais il faut ajouter que la vitesse du son n'est pas la même dans un corps dont on considère les trois dimensions : la matière étant la même, elle serait alors augmentée dans le rapport de $\sqrt{6}$ à $\sqrt{5}$, ce qui établit une différence essentielle entre la propagation du son suivant la longueur d'une barre solide dont la surface est libre, et suivant une colonne fluide contenue dans un canal, puisque, dans ce dernier cas, la vitesse est la même que dans une masse du même fluide qui s'étend indéfiniment en tous sens. La vitesse a se déduit aussi, comme Laplace l'a remarqué, de la contraction d'une portion de la barre due à un poids donné.

V. Si l'on a une verge cylindrique encastrée par un bout et libre à l'autre extrémité ; que l'on représente par E le moment d'une force appliquée à cette seconde extrémité dans un plan perpendiculaire à la verge ; par ϵ le rayon de ce cylindre ; par ρ sa densité, et par a la vitesse du son dans une barre de la même matière ; que l'on désigne aussi par x la distance d'un point quelconque à l'extrémité fixe, par ψ l'angle de torsion au même point, et par π le rapport de la circonférence au diamètre, on aura :

Digitized by Google

$$\psi = \frac{5Ex}{\pi \varepsilon^4 a^2 \rho}.$$

VI. Dans le même cas, si la verge vibre successivement autour de son axe et dans le sens de sa longueur, le rapport des deux sons sera indépendant de la matière et des dimensions de la verge; en désignant dans un même temps par n_1 le nombre des vibrations *tournantes* et par n celui des longitudinales, on aura :

$$\frac{n}{n_1} = \frac{1}{2}\sqrt{10}.$$

Chladni avait précédemment remarqué la constance de ce rapport ; mais selon lui, il serait égal à $\frac{3}{2}$; et d'après des observations récentes de M. Savart, il aurait 1,6668 pour valeur : la moyenne de ces deux résultats de l'expérience diffère très-peu du rapport 1,5811 donné par le calcul.

VII. Soit l la longueur d'une verge cylindrique, libre par les deux bouts, ε son rayon, n le nombre de ses vibrations longitudinales dans l'unité de temps, n' le nombre de ses vibrations transversales dans le même temps; on aura :

$$\frac{n'}{n} = (3{,}5608)\frac{\varepsilon}{l}.$$

On a pu voir, dans le tome XXXVI de ces *Annales* (page 86), l'accord remarquable de cette formule avec les expériences de M. Savart. Dans cette formule et les précédentes, les nombres de vibrations répondent pour chaque cas au son le plus grave, et doivent en être déduits par les règles ordinaires de l'acoustique.

Digitized by Google

VIII. On a déterminé les différens sons d'une membrane tendue également en tous sens, qui vibre transversalement, dans le cas où cette membrane est un rectangle dont les quatre côtés sont supposés fixes; on a aussi déterminé, pour le même cas, tous les systèmes de lignes nodales, et fait voir qu'ils peuvent être en nombre infini, quoique le son reste le même, lorsque les côtés de la membrane sont égaux ou qu'ils ont une commune mesure.

IX. Soit p le poids d'une membrane circulaire; P la force appliquée à tous les points de son contour, qui produit sa tension égale en tous sens; g la mesure de la gravité; n le nombre de ses vibrations transversales dans l'unité du temps, relativement au son le plus grave qu'elle puisse faire entendre, et en supposant que ses points également éloignés du centre, ont à chaque instant le même mouvement, ou aura :

$$n = (0{,}6784)\sqrt{\frac{Pg}{p}}.$$

Les poids P et p restant les mêmes, ce nombre est, comme on voit, indépendant du rayon de la membrane. Il augmente dans un rapport un peu moindre que celui de 5 à 2, en passant du son le plus grave à celui qui vient immédiatement après. Celui-ci est accompagné d'une ligne nodale dont le rayon est 0,4347, le rayon de la membrane étant pris pour unité. Je n'ai pas trouvé d'expériences auxquelles je puisse comparer ces résultats de la théorie.

X. On a déterminé les sons et les lignes nodales d'une plaque circulaire dont tous les points, également éloi-

Digitized by Google

gnés du centre, ont à chaque instant le même mouvement, soit que le contour soit encastré, seulement appuyé, ou entièrement libre. Dans ce dernier cas, le rapport qui existe entre les deux sons les plus graves d'une même plaque est 4,316. M. Savart a obtenu pour ce rapport, un nombre qui surpasse un peu 4, mais d'une fraction sensiblement moindre que nous ne le trouvons. Il pense que la différence entre le calcul et l'expérience n'est pas hors des limites des erreurs dont est susceptible ce genre d'observations.

XI. Dans ce même cas, le son le plus grave est accompagné d'une ligne nodale, et celui qui vient après, de deux semblables lignes. En prenant pour unité le rayon de la plaque, et appelant r le rayon de la ligne nodale unique, r_1 et r_2 les rayons des deux autres, le calcul donne:

$$r = 0{,}6806,\ r_1 = 0{,}3915,\ r_2 = 0{,}835.$$

M. Savart a mesuré avec soin ces mêmes rayons sur trois plaques de cuivre de dimensions différentes. Il a trouvé :

1°. $r = 0{,}6819$, $r = 0{,}6798$, $r = 0{,}6812$;

valeurs qui diffèrent très-peu entre elles, et dont la moyenne coïncide à très-peu près avec le rayon calculé;

2°. $r_1 = 0{,}3855$, $r_1 = 0{,}3876$, $r_1 = 0{,}3836$;

résultats qui présentent à peu près le même accord que les précédens, soit entre eux, soit avec le résultat du calcul;

3°. $r_2 = 0{,}8410$, $r_2 = 0{,}8427$, $r_2 = 0{,}8406$;

Digitized by Google

ce qui s'accorde aussi d'une manière très-remarquable avec la valeur de r_2 que donne le calcul.

XII. Soit enfin n le nombre de vibrations dans l'unité de temps, pour le son le plus grave d'une verge cylindrique libre par ses deux bouts ; désignons par ε son rayon, et par $2l$ sa longueur ; appelons n_1 le nombre de vibrations dans le même temps qui répond au son le plus grave d'une plaque circulaire de la même matière, dont le contour est entièrement libre, la demi-épaisseur égale à ε, et le rayon égal à l ; on aura :

$$\frac{n_1}{n} = (3{,}3746)\frac{\varepsilon}{l} ;$$

formule que l'on ne pourra vérifier qu'en employant une épaisseur de la plaque et un diamètre de la verge, mesurés avec une grande précision, à cause de leur influence sur les vibrations de ces deux corps sonores.

La discussion qui s'est élevée à l'Académie après la lecture de mon Mémoire, m'oblige de faire observer qu'il se compose de deux parties : l'une, toute spéciale, est relative à des questions d'acoustique, dont ce qui précède est un résumé, et que personne jusqu'à présent n'avait traitées ; l'autre renferme des considérations générales sur l'action moléculaire, et sur l'expression des forces qui en résultent. On y fait voir que pour parvenir à cette expression, il est nécessaire d'apporter quelque restriction à la fonction de la distance qui exprime l'action mutuelle de deux molécules, et qu'il ne suffit pas, comme on l'avait supposé jusqu'ici, que cette fonction soit une de celles qui deviennent insensibles dès que la

Digitized by Google

variable a acquis une grandeur sensible. On y prouve aussi que la somme qui exprime la résultante totale des actions moléculaires suivant chaque direction n'est pas de nature à pouvoir se convertir en une intégrale ; ce qui n'avait pas non plus été remarqué ; et ce qui est cependant essentiel, puisque la représentation de cette résultante par une intégrale définie, rendroit nul son coëfficient après le changement de forme du corps produit par des forces données, et par conséquent impossible la formation de ses équations d'équilibre. Enfin, après avoir établi les équations générales de l'équilibre d'un corps élastique de forme quelconque, en ayant égard aux diverses circonstances que je viens d'indiquer, j'en ai déduit celles qui appartiennent aux cordes, aux verges, aux membranes et aux plaques élastiques ; déduction que personne, à ma connaissance, n'avait cherché à effectuer, et qui exige des transformations d'analyse par lesquelles j'ai été long-temps arrêté, même dans le cas le plus simple, celui de la corde élastique.

Des *Effets de la chaleur dans les Corps mauvais conducteurs de l'Électricité et dans la Tourmaline.*

Par M. Becquerel.

(Lu à l'Académie royale des Sciences, le 24 mars 1828.)

Les rapports qui existent entre l'électricité, le magnétisme, la chaleur et la lumière sont dans ce moment

Digitized by Google

l'objet des recherches d'un grand nombre de physiciens; l'électricité et la chaleur surtout doivent attirer leur attention à cause du rôle important que jouent dans la nature ces deux agens universels; aussi doivent-ils étudier avec soin tous les phénomènes où ils se montrent simultanément.

Depuis le Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie sur les effets électriques que la chaleur développe dans la tourmaline, j'ai essayé de remonter à l'origine de ce phénomène, en recherchant dans les corps mauvais conducteurs de l'électricité, des faits ayant quelques rapports avec les propriétés de ce singulier minéral. Les résultats auxquels je suis parvenu ne seront pas, je crois, sans quelque intérêt pour la science.

Le premier pas à faire est de voir ce qui se passe dans le verre, quand on fait varier sa température.

L'abaissement de température dans les corps mauvais conducteurs de l'électricité, modifie-t-il l'action réciproque des deux fluides électriques qui composent le fluide neutre? C'est une question qui se rattache naturellement à celle du développement de l'électricité dans la tourmaline, puisque cette pierre, indépendamment de propriétés physiques relatives à sa cristallisation, est rangée dans la classe des mauvais conducteurs. Si on pouvait découvrir un principe commun, ce serait un pas de fait dans la théorie du développement de l'électricité par la chaleur.

C'est une chose connue depuis long-temps, que la chaleur, en pénétrant dans les substances métalliques, di-

Digitized by Google

minue leur conductibilité électrique, tandis qu'elle l'augmente dans le verre, la gomme-laque et autres corps mauvais conducteurs. On sait de plus qu'elle tend à rendre ceux-ci négatifs, dans leur frottement contre d'autres corps; mais on ignore ce qui s'y passe, lorsqu'ayant été chauffés, on les soumet, au moment de leur refroidissement, à l'influence d'un corps électrisé; c'est ce que j'ai essayé de trouver.

Soit, par exemple, un petit tube de verre de 1 millimètre de diamètre et de 8 ou 10 centimètres de longueur; je l'ajuste dans une chappe de papier fixée à un fil de cocon, qui descend dans un cylindre de verre, ouvert des deux côtés, placé sur une plaque de métal que l'on échauffe au moyen d'une lampe à alcool située au dessous. A la température ordinaire, quand le verre est parfaitement sec (condition que l'on obtient en le tenant préalablement dans un milieu desséché par le chlorure de calcium), si l'on présente extérieurement un bâton de gomme-laque électrisé au petit tube, celui-ci est attiré rapidement par suite de la décomposition de son fluide neutre; mais en laissant le cylindre exposé à l'air, la petite couche d'eau hygrométrique qui s'attache à sa surface le rend conducteur de l'électricité, et alors l'action du bâton de gomme-laque électrisé sur le petit tube est nulle. Vient-on à chauffer jusqu'à 20° ou 25°, il ne se manifeste encore rien, attendu que l'accroissement de température n'est pas suffisant pour enlever l'humidité de la surface. C'est précisément cet instant que je choisis pour observer les effets du refroidissement, et les distinguer de ceux qu'on obtient quand le verre est sec. En éteignant la

Digitized by Google

lampe, le petit tube est attiré aussitôt et continue à l'être tant que dure le refroidissement. En élevant de nouveau la température, à 30°, non-seulement le tube est attiré, mais il acquiert encore, par suite de la décomposition de son fluide naturel, deux pôles qui disparaissent presqu'aussitôt que le corps électrisé est retiré; tandis que si on les fait naître au moment où l'on éteint la la lampe, ils persévèrent pendant tout le temps du refroidissement. Quand la température est portée à 100°, la polarité ne s'établit dans le tube, sous l'influence du corps électrisé, qu'au moment où le thermomètre commence à baisser; à 150°, elle ne se manifeste que lorsqu'il a descendu de 1° à 2°. Dans tous les cas, elle dure jusqu'à la fin du refroidissement; mais si, à un instant quelconque, on élève de nouveau de 1° à 2° la température du milieu où est le petit tube de verre, la polarité disparaît aussitôt. Tous ces effets sont analogues à ceux que donne la tourmaline dans les mêmes circonstances; seulement l'influence d'un corps électrisé détermine dans le verre l'effet qui est dû dans la tourmaline à des accidens de cristallisation. Ce rapprochement peut servir à jeter quelque jour sur l'état électrique des atomes, car c'est là où se trouve la clé des phénomènes qui dépendent de l'action moléculaire.

Pour éviter l'influence des courans d'air produits en dehors du cylindre par la combustion de l'alcool, lesquels enlèvent de l'électricité au bâton de gommelaque, et celle des courans du dedans au dehors, on disposa l'appareil de la manière suivante :

Sur la plaque de métal, on place un support qui

Digitized by Google

porte une tige verticale courbée à son extrémité supérieure, pour recevoir le fil de cocon au bout duquel est suspendu le petit tube de verre. Cet appareil est recouvert d'une cloche en verre, que l'on fixe sur la plaque au moyen de bandes de papier collées dessus, afin d'interrompre la communication avec l'air extérieur; puis sur la surface extérieure de la cloche, on fixe, perpendiculairement, un tube de verre de trois à quatre décimètres de longueur, et d'un diamètre assez grand pour qu'on puisse y introduire le bâton de gomme-laque que l'on veut soustraire à l'influence des courans d'air qui proviennent de la combustion de l'alcool. Avec cet appareil, on obtient également l'attraction du petit tube au moment du refroidissement, quand la température a été portée de 20° à 25°. Ainsi les courans extérieurs et ceux du dedans au dehors n'y ont eu aucune part. La polarité électrique et son mode de disparution ont lieu comme précédemment. Il est de plus bien évident qu'à mesure que la plaque de métal sur laquelle la cloche est posée s'échauffe, la couche d'air qui lui est contiguë ne tarde pas à s'élever, et cède ainsi sa place à une autre, de manière qu'il s'établit un courant d'air chaud de bas en haut et un autre d'air froid de haut en bas. Aussitôt que la lampe est éteinte, la plaque éprouve un refroidissement qui est d'abord très-faible; les courans continuent donc, mais avec un peu moins de vitesse. De même lorsqu'on commence à élever la température, ils augmentent peu à peu de vitesse; or, dans le premier cas, avec le cylindre et la petite cloche, il y a des phenomènes qui ne se montrent pas dans le second, tels que la polarité électrique qui n'est

Digitized by Google

permanente que dans le refroidissement et l'attraction du petit tube par le bâton de gomme-laque, Il faudrait donc admettre qu'une faible diminution dans la vitesse d'un courant d'air, donne naissance à des phénomènes électriques qui ne se montrent pas, du moins dans certaines limites, lorsque cette vitesse éprouve une légère augmentation. Rien n'autorise à le supposer; car, dans l'état actuel de nos connaissances sur les propriétés du fluide électrique, un courant d'air chaud ne fait autre chose que d'enlever l'électricité en équilibre sur la surface d'un corps près lequel il passe. Cela ne suffit pas pour que de légères modifications dans l'intensité d'un courant d'air, produisent des effets aussi différens. Je ferai encore remarquer qu'en découvrant par en haut la cloche, quand la température de l'intérieur est à 150°, et que le refroidissement commence, les courans d'air sont beaucoup plus forts que lorsque l'on chauffe dans les températures au dessous de 50°. Ainsi la disparution des pôles ne vient pas des courans d'air. Il y a donc une autre cause que celle là, à laquelle il faut recourir pour expliquer les phénomènes. La dilatation et la contraction des molécules ou des atomes du verre paraissent agir ici comme dans la tourmaline.

Quant à l'effet instantané qui a lieu dans les températures inférieures a 50°, aussitôt que la lampe est éteinte et quoique le thermomètre continue encore à monter de quelques degrés, il faut l'attribuer, je crois, à la différence du mode de propagation de la chaleur dans le petit tube de verre et le thermomètre. Comme il est probable que le phénomène se passe à la surface, celle du tube doit se ressentir plus vite des effets du

Digitized by Google

refroidissement que le thermomètre. Tous les verres ne sont pas propres à ces expériences ; ceux que l'on fabrique maintenant et qui sont trop alcalins, ne maintiennent que difficilement la polarité. Il faut prendre des verres anciens, si l'on veut réussir complètement.

Un petit cylindre de gomme-laque substitué au petit tube est aussi attiré rapidement par le bâton électrisé, au moment du refroidissement à 26° ou 25° ; mais la polarité électrique est très-difficile à y établir, et encore est-elle de peu de durée.

La séparation des deux fluides dans un corps mauvais conducteur de l'électricité par suite d'influences électriques à distance, est un fait connu, lorsque ce corps a une certaine longueur ; mais dans un petit tube et avec les circonstances que je viens de rapporter, on ne l'a pas encore observée.

Pour rendre ces effets comparables, le corps électrisé que l'on présente aux petits cylindres de verre ou de gomme-laque placés dans le cylindre ou la cloche de verre, doit avoir une intensité électrique sensiblement constante. L'un des pôles d'une pile sèche convient parfaitement à cet usage.

On peut encore, si l'on veut, employer le même bâton de gomme-laque électrisé pour faire l'expérience pendant l'échauffement, et ensuite quand le refroidissement commence, attendu que si elle réussit malgré la déperdition de l'électricité, le résultat sera plus évident.

La théorie ingénieuse de M. Ampère sur la nature électrique des atomes rend compte d'une manière assez satisfaisante des phénomènes que je viens d'exposer. Le raisonnement est le même que celui qu'il a employé pour

Digitized by Google

expliquer les effets électriques que la chaleur développe dans la tourmaline. Suivant sa manière de voir, les atomes ont une électricité qui leur est propre, laquelle, agissant sur les corps environnans, décompose leur électricité naturelle, attire celle de nom contraire et repousse l'autre absolument comme il arrive dans une bouteille de Leyde que l'on charge. Dès-lors ces atomes sont environnés d'atmosphères électriques, qui dissimulent l'électricité propre à chacun d'eux. Les effets électriques qui proviennent du contact des corps et de leurs combinaisons, s'expliquent aisément dans cette théorie, comme j'ai déjà eu l'occasion de le montrer à plusieurs reprises. Quant aux phénomènes que présente le verre au moment du refroidissement, je ferai observer que cette matière étant un silicate alcalin, les atomes de silice et d'alcali se rapprochant, perdent la portion de leurs atmosphères formées d'électricités contraires qu'ils avaient prise au moment de la dilatation. Si le verre était très-bon conducteur, la recomposition des deux fluides se ferait instantanément; mais en raison de sa nature, elle ne pourra s'opérer que lentement. On conçoit alors que ces deux fluides étant séparés et en mouvement, un corps électrisé aura plus d'avantage pour agir sur eux, que lorsqu'ils seront combinés; le même raisonnement montre que pendant l'élévation de température, il doit se produire des effets analogues, mais qui sont moins marqués, attendu que les atomes reprennent une partie de leurs atmosphères aux dépens du fluide neutre qui les environne. Cette théorie ne rend pas compte de la permanence des pôles pendant le refroidissement.

Digitized by Google

Les métaux paraissent se comporter de même que les corps mauvais conducteurs ; mais il est difficile de l'observer, attendu leur grande conductibilité. Je rappelerai à cet égard le Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie, le 13 mars 1826, sur les effets électriques de contact produits dans les changemens de température : en répétant souvent les expériences, j'avais remarqué que dans un circuit formé de deux fils de métal différent soudés bout à bout, en maintenant l'une des soudures à zéro, élevant successivement la température de l'autre, puis enlevant la source de chaleur, l'intensité du courant électrique qui se manifestait, par exemple à 50°, pendant le refroidissement, était sensiblement plus forte que celle que l'on obtenait à la même température lorsqu'elle continuait à monter. Ne sachant à quoi attribuer cette différence, j'indiquai un moyen d'éviter cette cause d'erreur. Cependant on pouvait croire qu'il se passait ici le même effet que dans l'expérience de M. de Larive, sur la persévérance d'un courant électrique dans deux fils de platine qui, ayant servi d'abord à décomposer l'eau avec une pile ordinaire, montraient encore un courant électrique quand ils étaient réunis par un de leurs bouts, et que les deux autres plongeaient dans une eau acidulée. Maintenant il est permis de penser que cette augmentation d'intensité, quoique faible, produite par le refroidissement, peut provenir du principe que je viens de reconnaître dans le verre et la gomme-laque.

De nouveaux effets électriques de la Tourmaline.

Le dernier Mémoire que j'eus l'honneur de lire devant l'Académie ne renferme qu'une partie des faits

Digitized by Google

propres à établir la théorie du développement de l'électricité dans la tourmaline par la chaleur. Dans une question aussi compliquée, il était difficile d'établir sur-le-champ des lois propres à représenter tous les phénomènes que montre ce singulier minéral, surtout quand on considère que des cristaux pris dans la même localité, présentent des différences notables dans les résultats à raison de leurs diminutions.

Dans l'historique que j'ai donnée des recherches faites sur la tourmaline par plusieurs physiciens du siècle dernier, j'ai omis celles de Bergmann, dont je n'avais pas connaissance, et qui sont consignées dans un chapitre de ses Opuscules, ayant pour titre *de Vi electrica turmalini*, (tom. v, pag. 406). Je me fais un devoir aujourd'hui d'en donner ici un extrait, attendu que la théorie qu'il en a présentée est plus complète que celles qui l'ont précédée. Bergman pose la loi suivante, à l'aide de laquelle il cherche à expliquer les faits connus de son temps.

L'un des pôles d'une tourmaline, quand elle est chauffée, prend l'électricité positive, et l'électricité négative lorsqu'elle est refroidie. La même cause produit un effet contraire à l'autre pôle.

Il montre que la condition de la tourmaline peut varier de cinq manières.

A l'un des pôles		A l'autre	
	(+)		(−)
	(+)		(+)
	(−)		(−)
	(+)		(±)
	(−)		(+)

Digitized by Google

La première condition a lieu lorsque toute la surface de la pierre est exposée également à un refroidissement ou à un échauffement.

$$\begin{matrix}(+) & (+)\\(-) & (-)\end{matrix}$$

Il résulte de la même loi que les pôles prennent la même force électrique, soit positive, soit négative, si l'un des pôles seulement est refroidi, tandis que l'autre est exposé à la chaleur.

$$\begin{matrix}(+) & (\pm)\\(-) & (+)\end{matrix}$$

Cette condition a lieu toutes les fois que l'un des pôles se trouve dans un état de contraction ou de dilatation, et que celui de l'autre n'a pas changé.

Ces phénomènes, ajoute-t-il, résident dans le changement de surface, qui provient de la matière environnant la tourmaline.

On voit donc que Bergmann avait observé, comme Canton, que les effets électriques de la tourmaline, pendant le refroidissement, étaient inverses de ceux que donne l'élévation de température ; mais l'un et l'autre n'ont pas étudié ce qui arrive quand les changemens de température sont brusques ou lents. Ils s'en sont tenus à l'énoncé du fait général. De même, ils n'ont pas remarqué l'état de la tourmaline lorsqu'un des pôles est chauffé, tandis que l'autre reste à la température ordinaire. Dans ce cas, la partie échauffée possède une électricité et l'autre n'en manifeste aucune, comme je l'ai prouvé. On conçoit bien que lorsqu'un pôle passe de

Digitized by Google

l'échauffement au refroidissement ; son état électrique est nul à cause de son état transitoire ; mais ici ce n'est pas le cas. Quant à M. Haüy, il ne parle nullement dans son Traité de Physique des effets électriques qui se manifestent dans l'échauffement et le refroidissement ; il avance seulement que, pendant le refroidissement, la polarité s'établit d'abord, disparaît, puis se reproduit dans un autre sens ; fait que je n'ai encore aperçu dans aucune tourmaline.

J'en viens maitenant aux nouvelles observations que j'ai annoncées il y a peu de temps à l'Académie. La plupart des tourmalines présentent les effets mentionnés plus haut, mais leur intensité varie tellement dans les cristaux provenant de la même localité, que j'ai été porté à croire que des différences dans leurs dimensions ou leur structure devaient en être la cause. Les tourmalines que j'ai soumises à l'expérience ont été apportées d'Espagne il y a trente ans par le sieur Launoy, qui en a répandu un grand nombre en Europe. Quoiqu'il ait toujours fait un secret de leur gisement, on croit savoir qu'elles viennent de Monte-Rostro.

J'ai employé deux modes pour rendre électriques les tourmalines : l'échauffement ou le refroidissement lent, l'échauffement ou le refroidissement rapide. Le premier s'obtient en élevant graduellement la température de la cloche dans laquelle est suspendue la pierre, éteignant la lampe à alcool placée au dessous, et laissant le refroidissement s'opérer lentement. Le deuxième consiste à transporter la tourmaline, qui est à une température basse, dans un lieu où elle est plus élevée, et à voir ce qui se passe pendant qu'elle s'échauffe. On

Digitized by Google

la retire ensuite pour la mettre dans un milieu moins chaud. Les tourmalines qui jouissent des polarités électriques au plus haut degré, les acquièrent par ces deux modes, tandis que celles qui sont peu électriques le deviennent par le deuxième seulement. Il y en a qui ne le sont par aucun des deux.

La première tourmaline que j'ai soumise à l'expérience, a 8 centimètres de longueur, elle est cylindroïde et a environ 2 millimètres de diamètre; c'est une des plus longues que j'aie vue encore. Elle est brune et très-légèrement translucide sur les bords; elle n'est électrique par aucun des deux modes d'exciter la puissance électrique par la chaleur.

La deuxième a 6 cent. $\frac{1}{2}$ de long et une grosseur à peu près égale à la précédente; elle n'est électrique par l'échauffement, que lorsque l'élévation de température est rapide, c'est-à-dire lorsqu'elle passe d'un milieu à 12° dans un autre à 60°. Pendant le refroidissement lent, elle ne manifeste la polarité électrique qu'à 60°, bien qu'on ait porté la température à 100°. La troisième et la quatrième avaient sensiblement les mêmes dimensions : long. 0,50^m,. diamètre 0,045; nullement électriques par un échauffement progressif, elles le deviennent fortement par un changement de température de 15° à 90°, et commencent à l'être à 50° par un refroidissement lent.

Six tourmalines de 0,20 mil. à 0,40 de longueur et de 0,02 de diamètre, sont devenues électriques par les deux modes de changement de température, et ont manifesté même cette propriété quand le refroidissement a commencé à 100°. Deux tourmalines de 2 cent. de lon-

Digitized by Google

gueur et de $\frac{1}{4}$ millim. de diamètre, acquièrent une forte polarité par les plus faibles changemens de température, soit pendant l'élévation, soit pendant le refroidissement, quelque soit le mode adopté.

Tourmaline verte du Brésil, long. 0,15, diamètre 0,05. Électrique par un échauffement et un refroidissement brusque de 12° à 60°, ne commence à être électrique par un refroidissement lent qu'à 50°.

Tourmaline violette de Sibérie, long. 0,17 mil., diamètre 0,08. Elle n'acquiert des pôles que par un échauffement ou refroidissement brusque. Les fragmens de plusieurs tourmalines que j'ai brisées m'ont constamment donné des effets électriques plus intenses que les pierres entières. C'es ainsi qu'ayant cassé une tourmaline de 50 mil. de long. et de 0,015 de diamètre, qui n'était électrique que par un échauffement rapide de 12° à 50°, ses deux moitiés le sont devenues par un échauffement lent. Une autre de 0,20 de longueur et de 0,02 de diamètre, commençait à être électrique à 88° par un refroidissement lent; quand elle a été brisée, chaque moitié l'est devenue à 100° par le même mode.

M. Ajasson, ancien préparateur de physique du Collége de France, m'a dit depuis la rédaction de ce Mémoire, qu'ayant voulu électriser une tourmaline d'une grande longueur, qui était dans le cabinet de physique, il ne put jamais y parvenir, et que l'ayant brisée par accident, il fut fort étonné de voir que les deux fragmens devenaient électriques par la chaleur.

Je pourrais citer un grand nombre d'exemples qui prouvent que les phénomènes électriques de la tourmaline varient avec leur longueur, et sans doute avec

Digitized by Google

leur grosseur, de sorte que l'intensité des phénomènes pourrait bien être fonction de ces deux quantités. On peut voir plus haut que les plus petites tourmalines prennent une polarité très-forte par les plus faibles changemens de température; que d'autres de 2 à 4 cent. de diamètre sont électriques par les deux modes que j'ai employés; que lorsqu'elles ont de 5 à 6 cent. de long, elles perdent la propriété de s'électriser par le premier mode, et qu'enfin de grandes tourmalines sont tout-à-fait réfractaires. En admettant que cette loi s'applique à des tourmalines de plus en plus petites, il en résulte que les molécules intégrantes doivent acquérir une polarité électrique très-intense, pour de très-faibles variations de température. Quelques faits me font croire que la matière colorante des tourmalines peut modifier aussi ses propriétés électriques. Je me borne ici à en faire l'observation.

La contraction et la dilatation produisent dans la tourmaline et le verre des effets analogues, une fois que la polarité est développée dans chacun de ces corps, soit par des circonstances particulières à la cristallisation, soit par des actions électriques à distance. Ces faits jettent quelque jour sur l'état électrique des atomes, dont M. Ampère a donné une théorie qui dans un grand nombre de cas est confirmée par l'expérience. En attendant un travail plus complet sur ce sujet, je prends la liberté de communiquer à l'Académie les premiers résultats que j'ai obtenus.

Digitized by Google

Analyse *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 3 *mars* 1828.

M. Leymeries adresse diverses pièces concernant les causes de la fièvre jaune ; M. Arago présente, de la part de M. Fiedler, divers tubes vitreux produits par la foudre. L'un de ces tubes a 18 pieds de long.

M. Chevreul demande à ne pas faire partie de la Commission qui doit examiner les écrits de M. Longchamp sur la nitrification.

M. Latreille, au nom d'une Commission, rend un compte très-favorable d'un Mémoire présenté par M. Milne Edwards, concernant quatre espèces inédites de crustacés.

M. Savart, au nom d'une Commission et d'après la demande du Ministre de l'Intérieur, fait connaître qu'il n'y aurait aucun inconvénient à poinçonner les instrumens de pesage de M. Paret.

M. Coquebert-Montbret rend un compte verbal de plusieurs recherches statistiques de M. César Moreau, vice-consul de France à Londres, relatives aux finances de la Grande-Bretagne.

Séance du lundi 10 *mars.*

M. Vauquelin adresse un Mémoire de M. Farro sur le cuivre tiré des végétaux ; M. Raspail dépose plusieurs planches, gravées au trait, relatives à un Mémoire qu'il a lu dans le mois de septembre dernier.

Digitized by Google

MM. Duméril et Magendie, nommés par l'Académie, sur la demande de M. Malbouche, pour prendre connaissance des procédés importés d'Amérique, et qui, suivant M. Malbouche, constituent un moyen certain de guérir le bégaiement, annoncent que ce moyen réussit, en effet, dans le plus grand nombre de cas.

On a entendu ensuite un rapport verbal défavorable de M. Ampère sur une brochure de M. Opoix, concernant les sensations du son et de la lumière; un Mémoire de M. Peclet, sur l'écoulement de l'air chaud par les tuyaux de conduite; un Mémoire de M. Nicollet sur les latitudes de Barcelone et de Montjouy, observées par M. Méchain; un Mémoire de M. Raspail, intitulé : *Expériences tendant à prouver que les granules lancés par l'explosion des grains de pollen, bien loin d'être analogues aux animalcules spermatiques, comme l'avait avancé Gleizen, ne sont pas même des corps organisés;* enfin, un Mémoire sur le mécanisme de la voix, par M. Begin.

Séance du lundi 17 mars.

M. Deleau rend un compte écrit des progrès des quatre enfans sourds-muets qui ont été confiés à ses soins; M. Roche adresse un Mémoire relatif aux lois suivant lesquelles la force élastique de la vapeur croît avec la température; M. Gendrin écrit qu'il a obtenu de très-bons résultats de l'emploi de l'iode dans le traitement de la goutte; un anonyme annonce qu'il a découvert un procédé infaillible pour s'opposer à l'effet

Digitized by Google

des fissures dans les travaux du Tunnel sous la Tamise; M. Brongniart lit une Lettre de M. Acosta, concernant le tremblement de terre qui a détruit, en grande partie, la ville de Popayan; M. Warden communique une Note sur deux îles nouvellement découvertes dans l'Océan Pacifique, par le capitaine Josué Coffin; enfin M. Arago répond à quelques doutes qu'on avait élevés au sujet des tubes vitreux de M. Fiedler, et donne ensuite l'analyse d'un Mémoire anglais, que le président venait de lui remettre, sur deux aurores boréales observées en Amérique.

M. Duméril rend le compte le plus favorable des recherches anatomiques que MM. Martin et Isidore-Geoffroy Saint-Hilaire avaient présentées sur l'anatomie de la tortue et du crocodile.

M. Fourier présente le Mémoire sur les facultés conductrices des corps qui a paru dans le précédent Cahier.

M. Héricart de Thury lit une Notice concernant la source jaillissante qu'on a obtenue récemment à l'aide de la sonde du fontenier, dans le parc de madame de Groslier à Epinay.

M. Dutrochet lit de nouvelles recherches sur l'endosmose et l'exosmose. (*Voyez* le Cahier de février.)

Séance du lundi 24 mars.

M. Poinsot présente une Note sur les formules à l'aide desquelles on détermine le *plan iuvariable* de notre système, en ayant égard au mouvement de rotation du soleil; M. Cuvier montre une portion fossile de mâchoire récemment découverte dans les plâtrières

Digitized by Google

de Montmartre, qui n'a d'analogue que dans un animal de la terre de Diemen ; M. le docteur Foville présente des recherches sur l'anatomie du cerveau.

L'Académie a entendu ensuite un rapport verbal de M. Damoiseau sur des recherches chronologiques de M. Eustache Oliveri ; un Mémoire sur la vision, par M. Vallée ; le Mémoire de M. Becquerel, qui fait partie de ce Cahier, sur les effets de la chaleur dans la tourmaline et les corps mauvais conducteurs de l'électricité.

Séance du lundi 31 *mars.*

L'Académie reçoit un paquet cacheté de M. Caventou contenant les résultats de quelques expériences de chimie végétale ; une Lettre de M. Coulier sur les moyens d'empêcher la falsification des écritures ; une Note de M. Sérullas, sur l'huile douce de vin, sur l'éther oxalique, et sur l'hydrogène bi-carbonaté ; l'extrait d'un Mémoire de M. Gaudin sur les couleurs ; l'analyse d'un travail de M. de Fermont, sur la circulation et la respiration ; un Mémoire de M. Vallot, sur d'anciennes descriptions et d'anciens dessins de la girafe ; une Notice de M. Thirria, sur les grottes d'Echenoz et de Fouvent (Haute-Saône) et les ossemens fossiles qu'elle renferment.

M. Mathieu, au nom d'une commission, fait un rapport sur un Mémoire de M. Alexandre Roger, concernant la hauteur du Mont-Blanc.

M. Roger trouve, pour cette hauteur au dessus du lac de Genève, d'après ses propres observa-

Digitized by Google

tions..... 4435mèt.,50.
Par les observations de Schuckburg 4435 ,40.
Par les observations de Trallès... 4432 ,41.
Par celles de Carlini..... 4438 ,22.

Quant à la hauteur du lac de Genève sur la mer, M. Roger la fixe :

D'après un nivellement de Genève à Paris, en passant par Strasbourg, à. 374 ,25.

D'après la hauteur du Colombier rapportée à l'Océan par les observations du colonel Brousseaud, comparée à cette même hauteur rapportée directement au lac de Genève, à..... 370 ,63 (1).

D'après un petit nombre d'observations barométriques correspondantes faites à Genève et à Paris, à..... 363 ,30.

D'après les observations analogues de Genève et de Marseille, à..... 371 ,00.

M. le lieutenant-colonel Corabœuf a trouvé trigonométriquement pour la hauteur du Mont-Blanc au dessus du lac de Genève,

Par le Môle..... 4436m,13.
Par le mont Chervin..... 4432 ,93.

Le même officier a déduit aussi de ses opérations géodésiques, la hauteur du lac de Genève au dessus de l'Océan ; son résultat est..... 375m,8

(1) Ce nombre n'aurait été que 366m,30, si M. Roger avait employé la vraie détermination obtenue par M. Brousseaud.

Digitized by Google

Il paraît, d'après les observations de M. Coraboeuf, faites dans les circonstances les plus favorables, que la hauteur du Mont-Blanc au dessus de la mer, doit être fixée à..... 4811 mètres.

M. Girard lit un Mémoire sur la pose des tuyaux de conduite dans la ville de Paris.

M. Beudant commence aussi la lecture d'un Mémoire concernant la composition chimique des substances minérales.

Séance du lundi 7 avril.

L'Académie reçoit un Mémoire sur l'équilibre des corps solides, par MM. Lamé et Clapeyron; un Mémoire de M. Duhamel sur la théorie mathématique de la chaleur; une Note de M. Braun, sur la possibilité de diriger les aérostats; une Lettre de M. Corencez qui se présente comme candidat à la place de membre vacante dans la section de géométrie; un Mémoire de M. Farreau sur la présence du cuivre dans la végétation et dans le sang.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire annonce que les faits anatomiques découverts par son fils et M. Martin, viennent d'être complètement éclaircis sur une tortue morte hier à la ménagerie.

M. Chevreul lit un Mémoire sur l'Influence que deux couleurs peuvent avoir l'une sur l'autre quand on les voit simultanément.

M. Girard achève la lecture du travail auquel il s'est livré sur la pose des tuyaux de conduite.

Digitized by Google

Séance du lundi 14 avril.

L'Académie reçoit : un paquet cacheté de MM. Chevalier et Langlumé, contenant l'indication de quelques perfectionnemens des procédés lithographiques ; les résultats des observations météorologiques faites à Alais, en 1827, par M. d'Hombres-Firmas ; une nouvelle Lettre de M. Coulier, sur les moyens de prévenir les faux en écriture ; un Mémoire sur l'Euripode, par M. Guerin ; un Mémoire de M. Corancez sur l'intégration des équations aux différences partielles et les mouvemens de l'eau dans les vases ; une Note de M. Tournal, sur le soufre qu'on a trouvé dans une formation d'eau douce gypseuse près de Narbonne.

M. Beudant lit la Note déjà insérée dans le Cahier précédent, sur la formation des tubes fulminaires.

M. Coquebert annonce que, suivant M. Pentland, il y aurait en Amérique plusieurs montagnes plus hautes que le Chimborazo.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire rend un compte peu favorable du Mémoire adressé par M. Vallot de Dijon, sur les girafes.

M. Maisonabe fait voir un jeune homme de douze ans, affecté de deux *pieds bots* ; l'un des deux a déjà été soumis à un traitement ; M. Maisonabe présentera le malade après la guérison.

M. Arago, au nom d'une commission, fait le rapport suivant, sur un baromètre modifié par M. Beuten.

« Depuis que le baromètre est devenu un moyen usuel de mesurer la hauteur des montagnes, les physiciens et les artistes l'ont modifié de mille manières, surtout

Digitized by Google

dans la vue de le rendre portatif. Parmi ces modifications, on doit, ce me semble, ranger au premier rang celle dont la météorologie est redevable à notre confrère M. Gay-Lussac. Le peu de poids et de volume de l'ingénieux baromètre qu'il a imaginé, sa commodité, l'exactitude dont il est susceptible, ont été justement appréciés. Dans les mains d'un observateur soigneux et exercé, cet instrument ne laisse rien à désirer. Nous avouerons cependant, d'après notre propre expérience, que des mouvemens brusques d'une certaine espèce peuvent faire passer des bulles d'air dans la grande colonne, et que pendant le transport à pied, à cheval et surtout en voiture, si le baromètre était presque horizontal, le dérangement aurait indubitablement lieu.

« Tel est le défaut que M. Bunten a cherché à faire disparaître, et il y est parvenu sans sacrifier aucun des précieux avantages que l'instrument de M. Gay-Lussac possède. Il lui a suffi, pour cela, de former dans le grand tube une cloison vitreuse, du centre de laquelle descend perpendiculairement un tube capillaire d'une certaine longueur, par lequel le mercure doit nécessairement passer tant dans les mouvemens ascensionnels que dans les mouvemens contraires. S'il entre alors une bulle d'air, comme elle suit les parois du grand tube, elle est arrêtée par la cloison, et ne nuit pas à l'observation. Dès qu'on renvere l'instrument, la bulle s'échappe d'elle-même.

« L'artifice dont nous venons de rendre compte, fait disparaître le seul inconvénient qui pourrait se présenter dans l'usage des baromètres de M. Gay-Lussac, sans rien ajouter à leur fragilité. Il n'empêchera sûrement

Digitized by Google

pas, à l'avenir, les météorologistes de désigner encore ces instrumens par le nom de leur véritable inventeur, puisque les modifications proposées ne changent pas les caractères qui les distinguent de tous les baromètres connus. Nous pensons toutefois que l'Académie doit accorder des éloges à M. Bunten, et recommander par son suffrage l'invention qu'il lui a soumise. »

M. Beudant continue la lecture de son Mémoire sur les analyses des minéraux.

M. Héron de Villefosse communique les résultats des recherches statistiques qu'il a faites sur le fer.

Séance du lundi 21 avril.

L'Académie reçoit : des Considérations sur la lumière et les couleurs, par M. le baron Blein ; un Mémoire de M. J. Cambessedes, sur les familles des Ternstromiacées et des Guttiférées ; un Mémoire de M. Warden, sur la civilisation des Cherkées ; des Recherches de M. Benoiston de Châteauneuf, sur les récoltes du blé en France, autrefois et aujourd'hui.

MM. Arago et Savart, chargés par l'Académie d'examiner un Mémoire de M. Braun sur les moyens de diriger les aérostats, annoncent qu'il n'y ont rien trouvé qui puisse se prêter à une critique sérieuse.

M. Poisson lit un Mémoire sur l'équilibre et le mouvement des corps élastiques. (*Voyez* plus haut.)

M. Latreille rend un compte très-favorable du Mémoire de M. Guerin, sur un nouveau genre de crustacé, nommé *euripode*.

Digitized by Google

Séance du lundi 28 avril.

La lecture du procès-verbal de la dernière séance donne lieu à diverses explications entre MM. Poisson, Navier et Cauchy, au sujet des équations différentielles propres à représenter les mouvemens intérieurs des molécules des corps élastiques.

L'Académie reçoit : une réclamation de M. Mellèr, au sujet de la communication faite par M. Maisonabe, sur la guérison des pieds bots ; un paquet cacheté de M. Deleau, intitulé : *Théorie du bégaiement* ; une Lettre de M. Despretz, concernant des cristaux blancs, fusibles, volatiles à une faible température, qu'il a obtenus pendant la décomposition de l'hydrogène deutocarboné, soumis à une forte chaleur ; et sur la diminution de densité du fer, du cuivre et du platine pendant la décomposition de l'ammoniaque par ces métaux.

Après la lecture de cette Lettre, M. Savart annonce qu'il a trouvé lui-même depuis long-temps, de concert avec M. Persoz, les derniers résultats obtenus par M. Despretz. Plusieurs membres de l'Académie présens à la séance, déclarent en effet que M. Savart leur en avait fait part.

M. Delpech donne communication de plusieurs faits relatifs à la rinoplastique, à la maladie connue sous le nom de *trichyasis*, à l'amputation de la verge à sa racine, et à l'extirpation de la cuisse par un nouveau procédé de son invention.

M. le général Blein lit le Mémoire sur la lumière et les couleurs, qu'il avait présenté dans la dernière séance.

Digitized by Google

M. Warden communique des renseignemens concernant la colonie Américaine établie à Liberia sur la côte d'Afrique.

On nomme une commission qui proposera un prix de mathématiques pour 1830 : elle est composée de MM. Legendre, Fourier, Poisson, Lacroix et Poinsot.

M. Longchamp lit une Note additionnelle à sa Théorie de la nitrification.

Un membre, M. Arago, observe que le Mémoire de M. Longchamp renferme des allégations qui n'ont rien de scientifique; qu'il a même cru entendre des personnalités offensantes envers un savant étranger très-distingué; il invite M. le président à vouloir bien écouter attentivement la suite du Mémoire, et à décider s'il ne conviendrait pas, en exécution d'un article précis du réglement, d'en interrompre la lecture (1).

Note *sur un Moyen de recueillir l'air contenant de l'acide carbonique et de l'acide hydro-sulfurique.*

Par M. Gaultier de Claubry.

Lorsque l'air atmosphérique ne renferme pas de quantités sensibles d'acide carbonique, on peut le recueillir

---

(1) M. Longchamp a publié une brochure sur le petit incident dont je viens de rendre compte; sans cela, je l'aurais très-volontiers passé sous silence. L'auteur prétend que son Mémoire ne renferme aucune expression *inconvenante*. Sa réponse aux objections purement scientifiques d'un chimiste

Digitized by Google

aisément au moyen de l'eau ; mais quand une quantité

allemand est, à l'en croire, pleine de *mesure* et de *décence* : ainsi ce serait à tort que je l'aurais interrompu. Si je devais espérer que le public consentira à lire la totalité de l'écrit de M. Longchamp, je m'en rapporterais bien volontiers à son jugement ; mais rédacteur d'un Journal où, par une complaisance qu'on m'a déjà reprochée, divers Mémoires de ce chimiste ont été insérés, je sais trop jusqu'à quel point il m'est permis de compter sur ce genre de justification ; aussi me semble-t-il nécessaire de donner ici quelques échantillons de *mesure* et de *décence*, tels que M. Longchamp les conçoit : je me bornerai à trois.

Je trouve, page 7 de la brochure, qu'un des argumens de M. Liebig doit être « *laissé de côté, car ce ne peut être* « *qu'une mauvaise plaisanterie.* » A la page suivante, M. Longchamp annonce qu'il a dû relever les objections du chimiste allemand, attendu qu'elles ne lui « *ont pas paru* « *avoir été présentées uniquement dans l'intérêt de la* « *science !* » Enfin, à la page 9, il invite le savant professeur de Giessen à ne lui « *opposer que des objections que* « LA BONNE FOI *puisse avouer !* » Tout cela était débité devant un auditoire nombreux, avec un ton de supériorité vraiment risible ; tout cela était censé la critique modérée de deux Mémoires purement scientifiques de MM. Liebig et Braconnot, dont l'Académie, il est bon de le remarquer, n'avait pas eu connaissance. Défendre contre de telles attaques le caractère d'une personne absente, m'aurait toujours paru une obligation : c'était un devoir sacré lorsqu'on s'adressait à l'un des plus habiles chimistes de l'Europe. Ce devoir je le remplirais de nouveau, si M. Longchamp ne suivait pas à l'avenir l'exemple que les membres de l'Académie eux-mêmes lui ont donné, et s'il venait encore essayer de mêler cette savante Société à ses querelles particulières.

Digitized by Google

quelconque de ce gaz ou d'hydrogène sulfuré se trouve mêlée avec l'air, on est obligé d'avoir recours au mercure, si l'on veut faire une analyse exacte de l'air.

On s'est quelquefois servi de flacons remplis de sable que l'on vide dans l'endroit où l'on veut recueillir l'air; mais l'on mêle ainsi une assez forte proportion d'air avec celui que l'on cherche à se procurer, et l'analyse devient inexacte. On a proposé aussi de se servir d'huile; mais, outre qu'elle dissout un assez forte proportion d'hydrogène sulfuré, cette huile salit le bain de mercure, et rend très-désagréable l'analyse que l'on veut faire; on était donc presque forcé d'en revenir au mercure.

Pensant que quelques dissolutions salines *saturées* dissoudraient probablement moins d'acide carbonique et d'acide hydro-sulfurique que l'eau, je fis quelques essais dont je rappellerai seulement les résultats qui peuvent avoir de l'intérêt. L'acide carbonique et l'hydrogène sulfuré furent mis en contact avec un volume égal des dissolutions suivantes saturées à la température moyenne de 10°, qu'il est toujours possible de se procurer au moyen de l'eau d'un puits. Le gaz fut agité pendant cinq minutes avec le liquide et le résidu mesuré; on obtint:

	Gaz carbonique.	Absorption.	Résidu.
Eau.....	100	80	20
Sulfate de soude.....	*id.*	*id.*	*id.*
Nitrate de potasse...	*id.*	74	26
Sulfate de magnésie...	*id.*	20	80
	Acide hydro-sulfurique.		
Eau.....	100	92	9
Sulfate de soude.....	*id.*	91	9
Nitrate de potasse...	*id.*	92	8
Sulfate de magnésie..	*id.*	52	48

Digitized by Google

Divers mélanges d'air atmosphérique avec quelques centièmes d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré, furent mis en contact avec les liquides ci-dessus et agités pendant cinq minutes : le sulfate de magnésie n'absorba que difficilement les deux gaz, et par une agitation prolongée pendant quelque temps ; les autres dissolutions et l'eau produisirent l'absorption beaucoup plus rapidement.

En réunissant les mêmes mélanges dans les circonstances ordinaires où se trouve placé l'air dont on veut se procurer un échantillon, c'est-à-dire, en faisant seulement traverser au gaz la colonne de liquide, l'eau et les dissolutions de sulfate de soude et de nitrate de potasse dissolvent plus ou moins des gaz solubles, selon que les bulles d'air passent plus ou moins rapidement, mais toujours une quantité considérable ; la dissolution de sulfate de magnésie n'exerce aucune action sur eux.

Le sulfate de magnésie est un sel d'un prix peu élevé, que l'on se procure aisément, tandis que le prix du mercure est fort élevé, et que l'on perd toujours une assez grande quantité de ce métal en remuant les appareils ; sa dissolution est à peine plus pesante que l'eau, et si l'on est obligé de prendre un échantillon d'air à une grande profondeur, il n'est pas indifférent d'avoir un appareil facile à manier. C'est ce qu'a bien reconnu la Commission chargée du curage des égoûts Amelot et du canal Saint-Martin, qui, voulant s'assurer de la nature de l'air dans ces cloaques, avait besoin d'en faire quelquefois extraire à une profondeur considérable ; l'appareil formé d'un seau de tôle contenant du mercure, dans lequel

Digitized by Google

reposait le col d'un flacon plein du même métal, et que l'on pouvait élever au moyen d'une tige de fer qui passait à frottement dans une douille, et qui servait à le plonger dans le mercure lorsqu'il était rempli de gaz, était difficile à manœuvrer à quelques pieds de profondeur, et pouvait à grande peine être mu à vingt-cinq et trente pieds où il fût nécessaire de le descendre. Depuis que l'emploi d'une dissolution de sulfate de magnésie fut adopté, rien ne fut plus aisé que de se procurer des échantillons d'air, et pour vérifier que ce moyen présentait l'exactitude desirable, on continua pendant quelque temps à recueillir dans le même lieu un flacon d'air au moyen du mercure, concurremment avec un autre en se servant de sulfate de magnésie; l'analyse ne donna pas de résultats sensiblement différens.

Pour se procurer une dissolution saturée à froid de sulfate de magnésie, il faut dissoudre dans l'eau son poids de ce sel cristallisé, ou une demi-partie de sel anhydre; à une très-douce chaleur la dissolution s'opère avec la plus grande facilité.

Je saisis cette occasion pour rectifier un fait relatif à l'action du chlorure de chaux employé comme désinfectant. (*Voyez* ma Lettre à M. Gay-Lussac, *Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XXXIII, pag. 271.) C'est à M. d'Arcet qu'est due l'idée des essais que j'ai relatés dans cette Note, et que, d'après une expression dont je me suis servi, on pourrait croire qu'il n'aurait fait qu'après moi.

Digitized by Google

Sur *le Tannin de la noix de galle, de l'écorce de chêne, du quinquina, du cachou et de la gomme kino.*

Par Mr J.-J. Berzelius.

Presque tous ceux qui se sont occupés du tannin ont donné un procédé particulier pour le préparer, dans la pensée que l'extrait de noix de galle est un mélange où le tannin se trouve extrêmement impur. Les essais que j'ai faits pour découvrir les matières étrangères qu'il renferme, me semblent démontrer que cet extrait contient, avec le tannin pur, un peu d'acide gallique, des tannates et des gallates de potasse et de chaux, du tannin altéré, dans l'état que l'on le désigne ordinairement par le nom d'*extractif*, et enfin une combinaison insoluble dans l'eau froide du tannin avec peut-être l'acide pectique, que l'on obtient surtout avec l'extrait d'écorce de chêne (1).

(1) M. Arsénius m'a montré un morceau de cuir en tannage, d'après la méthode de Spilsbury, à l'extérieur duquel était une matière visqueuse ou plutôt gélatineuse, que l'on peut enlever facilement avec une eau alcaline, et en précipiter ensuite par les acides, entièrement comme la matière visqueuse des écorces, ou comme l'acide pectique. Cette matière donne avec le tannin une combinaison peu soluble dans l'eau, qui, lorsque le liquide pénètre à travers la peau, abandonne son tannin, et se rassemble à l'extérieur, où elle forme gelée, et peut être enlevée avec un racloir.

Digitized by Google

Les meilleurs réactifs pour préparer le tannin sont l'acide sulfurique et la potasse.

On purifie le tannin avec l'acide sulfurique en filtrant à travers une toile une infusion chaude de noix de galle, ajoutant une très-petite quantité d'acide sulfurique affaibli, et mêlant bien : il se produit un léger coagulum qui contient du tannin et de l'extractif, et qui, de même que dans la clarification par le blanc d'œuf, enveloppe les corps en suspension, de manière que le liquide peut être filtré. On ajoute alors à la dissolution filtrée de l'acide sulfurique étendu de la moitié de son poids d'eau, et l'on agite le précipité; on verse l'acide par petites parties, tant que l'on s'aperçoit que le précipité, après une heure de repos, se prend en une masse glutineuse demi-fluide. Aussitôt que l'on s'aperçoit qu'il change de nature, on décante le liquide, et on le mêle avec précaution avec de l'acide sulfurique concentré, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité. On obtient ainsi une masse blanche tirant au jaune, qui est une combinaison d'acide sulfurique et de tannin, et qui est insoluble dans une eau acide. On la porte sur un filtre; on la lave avec de l'eau mêlée de beaucoup d'acide sulfurique; on la presse entre du papier non collé, et on la dissout ensuite dans l'eau pure, avec laquelle elle forme instantanément une dissolution d'un jaune pâle; on ajoute alors, par petites portions, du carbonate de plomb en poudre très-fine, qui sature d'abord l'acide sulfurique libre, et ensuite, après une courte macération, celui qui était combiné avec le tannin : aussitôt que la saturation est achevée, la couleur devient d'un jaune plus foncé. On filtre la dissolution,

Digitized by Google

et on l'évapore à siccité, et mieux dans le vide. On obtient ainsi une masse dure extractiforme, d'un brun jaune, qui contient le tannin pur avec l'extractif formé par l'accès de l'air. Cette masse étant pulvérisée, est mise en digestion avec de l'éther à une température de 30°, tant qu'il se dissout encore quelque chose ; on laisse l'éther s'évaporer spontanément, et le tannin reste sous la forme d'une masse transparente, à peine jaunâtre, qui ne change point à l'air. Ce que l'éther n'a point dissous est l'extractif brun qui ne se dissout plus entièrement dans l'eau.

On purifie le tannin au moyen du carbonate de potasse, en mêlant une infusion de noix de galle filtrée avec une dissolution concentrée de carbonate de potasse, tant qu'il se forme un précipité blanc ; mais pas au-delà, parce que le précipité serait dissout par un excès d'alcali. Le précipité est lavé sur un filtre avec de l'eau à la glace, car il serait entraîné par l'eau chaude, et ensuite on le dissout dans l'acide acétique étendu, qui en sépare une matière brune. Cette matière est l'extractif qui s'est formé pendant les lavages par l'action de l'air. Après avoir filtré la dissolution, on précipite le tannin par l'acétate de plomb ; on lave bien le précipité, quoique dans cette opération sa couleur passe du blanc au jaune, et on le décompose par l'acide hydro-sulfurique. Le liquide filtré est incolore, et laisse, par l'évaporation dans le vide sur la potasse, le tannin en écailles dures, légèrement jaunâtres et transparentes, qui, exposées à l'air et surtout à la lumière solaire, prennent une couleur jaune plus foncée ; les écailles dissoutes dans l'éther, abandonnent l'extractif. J'ignore si dans l'opération qui

Digitized by Google

vient d'être décrite, le sulfure retient l'extractif du tannin. Un pharmacien français a reconnu au sulfure de mercure la propriété de décolorer, comme la poussière de charbon; sa manière d'agir paraît être la même. La potasse enlève l'extractif au sulfure de plomb.

Le tannin pur est incolore; il doit sa couleur jaune ou brune à une altération par l'air. Il n'est point déliquescent, se dissout dans l'eau avec la plus grande facilité, et se laisse pulvériser aisément. La propriété qu'on lui attribue ordinairement de se ramollir entre les doigts lui manque entièrement : à la distillation, il ne donne point d'ammoniaque, mais une huile jaunâtre et un liquide qui, par le refroidissement, laisse déposer des cristaux de nature différente de celle de l'acide gallique. Ils ont une saveur brûlante, ne produisent point de noir avec les sels de fers, mais les colorent en jaune-vert, et forment un précipité d'un vert-gris. Le tannin du chêne est précipité par la plupart des acides, excepté par l'acide acétique. Le précipité adhérent qu'il donne avec les acides doit son adhérence principalement à la combinaison de l'acide avec l'extractif. Si on le dissout dans l'eau bouillante, la plus grande partie de ce dernier se sépare par le refroidissement, et l'on peut séparer le tannin du liquide éclairci de la manière qui vient d'être indiquée. Les combinaisons exactement saturées d'acides n'ont point du tout de saveur aigre, mais seulement une saveur pure astringente; si bien que l'on n'y soupçonnerait pas la présence d'un acide. A l'état pur, elles sont ordinairement très-solubles dans l'eau, et n'en sont précipitées que par un grand excès d'acide. Le tannin donne, avec les bases salifiables, des combinaisons

Digitized by Google

très remarquables. Celle avec la potasse ou avec l'ammoniaque à l'état neutre, est peu soluble dans l'eau froide, et se précipite sous la forme d'une terre blanche : elle se dissout dans l'eau bouillante, et s'en sépare en partie par le refroidissement, sous la forme d'une poudre qui, portée sur un filtre, pressée et desséchée, a tout-à-fait l'apparence d'un sel terreux inorganique, et se conserve dans l'air sans altération. Pendant qu'elle est humide, il se forme de l'extractif aux dépens de l'air. La combinaison avec la soude a la même apparence, mais elle est beaucoup plus soluble. On sait que le tannin du chêne précipite la dissolution d'émétique. Ce précipité est remarquable en ce qu'une partie du tannin prend dans le sel la place de l'oxide d'antimoine. Lorsque l'on se sert de la dissolution de noix de galle, c'est l'acide gallique qui se combine de préférence avec le sel, et qui ainsi imite l'acide borique.

Le tannin de l'écorce du quinquina, indépendamment du procédé de Pelletier, peut être obtenu en faisant, à chaud, une infusion faiblement acide d'écorce de quinquina, la filtrant après le refroidissement, et la précipitant par le carbonate de potasse. On obtient un précipité blanc, qui est le tannin combiné avec la quinine et la cinchonine ; précipité duquel on peut retirer beaucoup de tannin, en ajoutant un excès de potasse. Le précipité devient d'un rouge-brun par les lavages, parce que ce tannin se décompose beaucoup plus vite par l'air que le précédent. Après avoir lavé le précipité, on le traite par l'acide acétique qui dissout les bases et le tannin, et laisse l'extractif formé pendant les lavages. C'est cet extractif que Pelletier a nommé *rouge de quin-*

Digitized by Google

quina, et en lequel le tannin de l'écorce de quinquina peut être entièrement changé. On précipite ensuite le tannin par l'acétate de plomb, et on décompose le précipité par l'hydrogène sulfuré comme plus haut. Il se présente en un liquide d'un jaune clair qui, évaporé dans le vide, laisse un extrait consistant, d'un jaune pâle, d'une saveur purement astringente sans la moindre amertume. L'éther le dissout et le laisse par l'évaporation, avec une couleur jaune plus pâle; il en sépare du tannin combiné avec du rouge de quinquina. Le sulfure de plomb, après la décomposition du sel de plomb par l'hydrogène sulfuré, en sépare une nouvelle portion de rouge de quinquina. Le tannin de l'écorce du quina donne avec les acides des combinaisons peu solubles, mais qui sont cependant beaucoup plus solubles que celle du tannin d'écorce de chêne. On peut, en mettant dans une dissolution très-concentrée une dissolution aussi très-concentrée de carbonate de potasse, obtenir une combinaison pulvérulente; mais ce précipité, aussi bien que le liquide surnageant, se change en peu d'heures en rouge de quinquina par l'influence de l'alcali.

On purifie le tannin de cachou de la manière suivante : on réduit le cachou en poudre, et on le traite par l'eau chaude dans un vase fermé; on filtre la dissolution à travers un linge, et on la clarifie avec un peu d'acide sulfurique : on la mêle ensuite avec de l'acide sulfurique concentré, tant qu'il s'en sépare quelque chose; on lave le précipité avec de l'eau acide; on le dissout ensuite dans de l'eau bouillante, et pendant le refroidissement, la combinaison de l'acide sulfurique

Digitized by Google

avec l'extractif se sépare avec une couleur d'un jaune-brun. Le liquide filtré, qui est rouge, est mêlé avec du carbonate de plomb, et agité avec soin jusqu'à ce qu'il ne trouble plus le chlorure de barium ; étant filtré, il ne conserve qu'une couleur à peine jaunâtre, et en l'évaporant dans le vide, il laisse le tannin pur en une masse jaune, transparente, consistante et homogène. Il se dissout facilement dans l'eau et l'alcool, et même un peu dans l'éther ; sa dissolution dans l'eau, exposée à l'air, commence par devenir d'un rouge foncé à sa surface, et en vingt-quatre heures dans toute sa masse. Si on l'évapore alors, il reste une matière qui ressemble parfaitement au cachou par ses propriétés, qui ne se dissout pas entièrement dans l'eau froide, et qui laisse un dépôt d'un rouge-brun. Ses combinaisons avec les acides sont aussi solubles que celles du tannin de quinquina ; elles ne sont point précipitées par la potasse, mais par son influence, elles se changent bientôt en extractif rouge.

La gomme kino contient un tannin qui diffère beaucoup des tannins précédens. On le précipite d'une infusion de gomme kino, par l'acide sulfurique, et on le lave avec de l'eau froide. Le précipité, dissous dans l'eau bouillante, abandonne, par le refroidissement, l'extractif combiné avec l'acide sulfurique. On décompose le liquide surnageant par l'eau de baryte, avec l'attention de précipiter exactement l'acide ; en l'évaporant dans le vide, on obtient une matière rouge, transparente, d'une astringence pure, peu soluble dans l'eau froide, et insoluble dans l'éther. Elle a une si grande tendance à former de l'extractif, que sa dissolu-

Digitized by Google

tion se trouble d'elle-même à l'air, et dépose une substance d'un rouge clair. On ne peut séparer l'acide sulfurique avec le carbonate de plomb; car on obtient un liquide presque noir, qui tient du plomb en dissolution, et qui, après l'évaporation, laisse une matière noire insoluble dans l'eau froide; même chose arrive lorsqu'on cherche à le séparer avec l'acétate de plomb ou de cuivre et l'hydrogène sulfuré. Ce tannin forme avec les acides des précipités très-peu solubles; mais il n'est point précipité par le carbonate de potasse ou le tartre antimonié.

Sur *le nouveau Système d'éclairage des phares adopté en France.*

Examen *d'une Réclamation que le Dr* Brewster *vient de faire à ce sujet.*

La lumière qui s'échappe d'un point rayonnant en divergeant dans toutes les directions, se trouve, à la distance d'un mètre, uniformément répandue sur la surface d'une sphère d'un mètre de rayon; à une distance décuple, sur une surface semblable dont le rayon serait 10 mètres, et ainsi de suite. Les étendues superficielles des surfaces sphériques étant entre elles comme les carrés des rayons, il est évident que l'intensité de la lumière décroîtra d'une sphère à l'autre dans le même rapport. A des distances exprimées par 1, 10, 100, etc., ces intensités seront 1, $\frac{1}{100}$me, $\frac{1}{1000}$me, etc. C'est pour cela que les lumières les plus vives que les hommes

Digitized by Google

sachent produire, éclairent très-imparfaitement dès qu'on en est un peu éloigné.

Plaçons maintenant un point rayonnant au foyer d'un miroir parabolique. Tous les rayons émanés de ce point qui tombent sur la surface polie du miroir, se réfléchissent en devenant parallèles à son axe; leur divergence primitive est détruite ; ils forment désormais un *faisceau cylindrique* de lumière qui, sauf l'absorption occasionée par l'atmosphère, se transmettra à toute distance avec le même éclat.

L'immense avantage que le miroir vient de nous procurer, n'est pas, néanmoins, sans inconvénient; le cylindre de lumière qui en sort, a tout juste les dimensions de son ouverture ; si on le dirige horizontalement, l'espace qu'il éclairera aura précisément la même largeur à toute distance : ainsi nous perdons en étendue ce que nous avions gagné en intensité.

Pour lever cette difficulté, on n'a qu'à donner un mouvement de rotation au miroir réfléchissant : le cylindre de lumière se portera alors *successivement* vers tous les points de l'horizon, et ces divers points seront éclairés tour à tour. Tels sont les principes d'après lesquels on a généralement construit les phares à lumière intermittente destinés à avertir les navigateurs de l'approche des côtes.

Cela posé, personne n'ignore qu'une lentille rend parallèles, par réfraction, tous les rayons qui la traversent, quel que soit leur degré primitif de divergence, pourvu que ces rayons partent du foyer. Des lentilles peuvent donc être substituées aux miroirs paraboliques. Il semble même qu'il doive y avoir à cela une grande économie :

Digitized by Google

car si l'on dispose un certain nombre de ces lentilles sur la circonférence d'un même cercle, elles pourront être simultanément éclairées par *une seule flamme* placée à leur commun foyer, tandis qu'en suivant l'autre méthode, chaque miroir devant avoir sa lumière particulière, le nombre de ces lumières, dans un phare, sera nécessairement égal à celui des miroirs.

Examinons, toutefois, si l'avantage dont nous venons de parler est aussi grand qu'on pourrait l'imaginer au premier abord :

Dans les paraboloïdes, tels qu'on les exécute en France, si l'on conçoit que l'œil soit placé au foyer, on trouvera que la surface polie du miroir embrasse les *sept dixièmes* de la sphère. *Sept dixièmes* de la lumière totale tomberont donc sur cette surface. Là, dans l'acte de la réflexion, l'absorption les réduira à la moitié de leur intensité primitive. Au total, le faisceau cylindrique de lumière que le miroir enverra vers l'horizon, ne se composera que de la moitié des $\frac{7}{10}^{mes}$, ou d'environ les *trois dixièmes* de la lumière focale. Si je ne parle pas des rayons qui sortent directement par l'ouverture du miroir c'est qu'ils s'affaiblissent si rapidement par divergence, que leur effet, même à une distance médiocre, peut être regardé comme tout-à-fait négligeable.

Quand on emploie une lentille, pour déterminer de même le rapport de la lumière utilisée à la lumière produite, il faut considérer celle-ci comme répartie sur la surface d'une sphère dont le point rayonnant serait le centre, et déterminer la portion de cette surface que la projection de la lentille y occuperait. Une lentille quadran-

Digitized by Google

gulaire qui, vue de son foyer, soutendrait dans tous les sens un angle de 45°, ne recevrait pas tout-à-fait le vingtième des rayons émanés de la lampe focale; il n'y aurait donc qu'un vingtième de la lumière de cette lampe, même en faisant abstraction de l'absorption, qui serait lancé en rayons parallèles dans la direction de l'horizon. Un miroir parabolique ordinaire, *armé d'une lampe pareille*, produirait, comme on a vu, un effet six fois plus vif.

Il résulte de cette discussion, que dans un phare à lentilles une portion de la lumière focale va, sans utilité, se perdre dans l'espace ou sur le sol. Pour rendre de tels phares préférables à ceux qui sont composés de miroirs paraboliques, il faut donc deux choses : donner aux lentilles de larges dimensions, en sorte que du foyer elles embrassent de très-grands angles dans tous les sens; augmenter considérablement la vivacité de la lumière focale. Sans cette augmentation, les phares lenticulaires seraient de beaucoup inférieurs aux phares à réflecteurs. Avec des lentilles de 45° d'amplitude, les premiers exigeraient une lumière six fois plus forte que les autres. Faute d'avoir fait ces remarques, les phares lenticulaires établis en Angleterre n'ont pas réussi.

Quand une lentille soutend, de son foyer, un angle de 45°, pour que les rayons aboutissant aux bords deviennent parallèles à ceux qui passent par le centre, il faut qu'ils y rencontrent des prismes capables de les dévier de 22°,5, ce qui exige, en crown-glass, des angles de 40°. Or, une lentille sphérique un peu grande terminée sur ses bords par des angles de 40°, aurait

Digitized by Google

dans presque toute son étendue et surtout au centre, une très-forte épaisseur ; sa diaphanéité serait très-imparfaite, et son énorme poids fatiguerait beaucoup le mécanisme destiné à diriger successivement le faisceau lumineux sur tous les points de l'horizon.

Cette difficulté n'est pas insurmontable : choisissons, en effet, sur une lentille sphérique épaisse, un espace d'une certaine étendue superficielle; déterminons son foyer. Travaillons ensuite sur des courbes identiques un fragment de verre de la même qualité, d'une égale étendue, mais seulement beaucoup plus mince ; on trouvera que sa distance focale différera peu de celle du segment épais, soit que les portions comparées aient été prises près du centre de la lentille ou dans le voisinage du bord. Ainsi la longueur du foyer dépend presque exclusivement des deux courbures du verre. Mais si l'épaisseur n'a, à cet égard, aucune influence sensible, rien ne s'oppose à ce qu'on la diminue à volonté. Prenons autour du centre d'une lentille, sur la surface supérieure, un espace d'une certaine étendue, et supposons qu'en l'abaissant parallèlement à lui-même, on l'amène à toucher presque la surface opposée, l'effet de la lentille n'en sera pas changé, quoiqu'il y ait alors dans le verre un ressaut considérable. La même opération, faite dans tout autre point, n'altérerait pas davantage la distance focale. Concevons donc qu'une lentille ordinaire soit partagée en anneaux concentriques ; on pourra ôter, dans chaque anneau, la partie inutile de son épaisseur et former un verre comparativement léger, à ressauts, et qui, du reste, aura toutes les propriétés de la lentille primitive.

Digitized by Google

Ces lentilles ont été décrites par Buffon, qui en est le véritable auteur. Il les appelait *lentilles à échelons*. Condorcet proposa, plus tard, de les former de pièces de verre séparées; mais malgré cela, elles étaient a peu près restées, jusqu'en 1820, dans le domaine des simples spéculations. C'est M. Fresnel qui a créé les moyens de les construire avec exactitude et économie; c'est lui qui a eu, le premier, la pensée de les appliquer aux phares. Cette application toutefois, je dois le faire remarquer de nouveau, n'aurait conduit a aucun résultat utile, si on ne l'avait point combinée avec des modifications convenables dans la lumière focale.

Dans les phares du premier ordre à huit lentilles de 45° d'amplitude, on place au foyer commun une lampe à double courant d'air, portant quatre mèches concentriques, et dont l'éclat égale celui de *dix-sept* lampes de Carcel. Les quatre faisceaux de lumière horizontaux qu'elle donne par l'intermédiaire des lentilles, ont une intensité qui surpasse trois fois, au moins, celle des cylindres lumineux qu'on obtenait avec les anciens réflecteurs armés d'une lampe ordinaire. Ainsi, l'avantage serait encore du côté des lentilles, lors même que les réflecteurs auraient été réunis par groupes de trois, et cela sans parler de la difficulté de rendre leurs trois axes exactement parallèles. (*Voyez*, pour de plus amples détails sur ces lampes à mèches multiples, le mémoire spécial que nous avons déjà inséré dans ces *Annales*.)

Dans le mois de mai 1827, M. Brewster a lu, à la Société royale d'Edimburgh, dont il est le secrétaire, une Dissertation intitulée : *Account of a* NEW *system*

Digitized by Google

of illumination for lighthouses. Un exemplaire de cet écrit m'étant tombé dans les mains, je crois devoir à la mémoire de M. Fresnel, plus encore qu'à mon titre de membre de la Commission des phares, de ne pas le laisser un instant sans réponse.

Le savant secrétaire de la Société royale d'Edimburgh affirme qu'il a proposé *le premier* de construire par pièces (*with a number of separate pieces*) les lentilles à échelons de Buffon, et cite à l'appui de sa prétention l'article *Burning Instruments*, imprimé en 1811 dans l'Encyclopédie écossaise. M. Brewster me permettra-t-il de citer, à mon tour, les Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1788, page 54 ? Voici ce qu'on y trouve : « On pourrait même composer de PLUSIEURS PIÈCES (1) ces loupes à échelons; on y gagnerait plus de facilité dans la construction, une grande diminution de dépense, l'avantage de pouvoir leur donner plus d'étendue, et celui d'employer, suivant le besoin, un nombre de cercles plus ou moins grand, et d'obtenir ainsi d'un même instrument différens degrés de force. » (Eloge de Buffon, par Condorcet.) De 1788, si je ne me trompe, jusqu'en 1811, il y a vingt-trois ans bien comptés. L'impar-

(1) Le mode de discussion habituel de M. Brewster m'est assez connu pour que je croie devoir lui faire remarquer que Condorcet a parlé de *pièces* et non pas de zones concentriques; M. Poinsot en a fait depuis longtemps l'observation à l'Académie des sciences. Je ne répondrai donc à tous les argumens que le Savant écossais pourrait accumuler à ce sujet, qu'en lui prouvant, par le Dictionnaire, que *pièces* et *zones* ou *anneaux* ne sont pas synonymes.

Digitized by Google

tialité, *si connue*, de M. Brewster me fait donc espérer qu'il se désistera de sa prétention, et qu'à l'avenir, toutes les fois qu'il parlera des lentilles à échelons composées de *pièces* de verre séparées, il cédera la première place à Condorcet.

Je voulais d'abord borner mes remarques à ce peu de mots; mais le mérite de M. Brewster est trop distingué; il a rendu aux sciences des services trop réels, pour que je ne pense pas devoir signaler ici tous les désagrémens auxquels pourrait l'exposer un jour cette bizarre disposition d'esprit qui lui fait continuellement revendiquer, à tort et à travers, les découvertes d'autrui. (1) Pour atteindre ce but, il me suffira de faire une supposition bien modeste : j'admettrai qu'il y ait de par le monde une seule personne dont M. Brewster ait examiné les travaux avec colère, avec des sentimens de haine, et que, dans un désir de récrimination, peut-être excusable, cette personne se soit avisée de chercher si le Mémoire concernant les phares fait honneur aux lumières et à la sincérité de son auteur.

Voici comme j'imagine qu'elle procéderait:

Son écrit serait intitulé *Représailles* : il commencerait, en effet, par une analyse succincte des articles

---

(1) J'avais jugé convenable de montrer, par quelques citations, à quel point M. Brewster, si riche d'ailleurs de son propre fonds, éprouve le besoin de *s'associer* aux découvertes des vivans et des morts; mais la liste est devenue trop longue pour une note; je la supprime donc, en prévenant, néanmoins, M. Brewster qu'elle est tout-à-fait à sa disposition, et que je la soumettrai au public dès qu'il en témoignera le moindre désir.

Digitized by Google

de polémique les plus saillans, insérés dans les journaux d'Edimburgh, qui sont attribués à M. Brewster; on insisterait particulièrement sur quelques diatribes, dont l'illustre M. Leslie a été l'objet; voire même sur certaine condamnation *judiciaire* qui en a été la conséquence, etc., etc.

On citerait ensuite *avec guillemets* le passage de l'éloge de Buffon que j'ai rapporté; et pour ôter à M. Brewster la satisfaction de déclarer que cet éloge lui était inconnu, son antagoniste lui dirait : le tome v de l'*Edimburgh Encyclopœdia* renferme les articles *Buffon* et *Burning Instruments;* ils sont l'un et l'autre signés (β); M. Brewster se déclare aujourd'hui l'auteur du second, donc l'article Biographique lui appartient également. Cet article, dans l'ordre alphabétique, précède celui que l'auteur a consacré aux *Burning Instruments*; or, l'éloge de Buffon par Condorcet y est cité à la page 78, deuxième colonne; donc l'auteur (M. Brewster) n'ignorait pas qu'on avait proposé, dès 1788, de construire *par pièces* les lentilles à échelons; donc il devait le savoir aussi quand il imprimait *postérieurement* l'article *Burning Instruments;* donc il se donnait alors comme l'inventeur d'une méthode qui ne lui appartenait pas, et qui était textuellement indiquée dans un ouvrage imprimé qu'*il avait lu*. En une occurrence semblable, ajouterait le critique, se contenter de repousser la réclamation comme dépourvue de toute justice, ne serait pas assez; on doit de plus, dans l'intérêt des sciences et de ceux qui les cultivent, caractériser un tel procédé ainsi qu'il le mérite; plus le savant à qui on l'impute est célèbre, plus il a fait de découvertes,

Digitized by Google

et moins il faut être indulgent, de crainte que l'exemple ne devienne contagieux, etc., etc.!

Je laisse maintenant de côté le personnage fictif, et j'examine, pour mon propre compte, la suite du Mémoire de M. Brewster.

Cet habile physicien, comme on a vu, se dit l'inventeur des lentilles à échelons. Le lecteur sait maintenant à quel point cette prétention est dénuée de fondement; je vais, toutefois, l'admettre pour un moment, et demander s'il s'en suivrait que M. Brewster a aussi inventé le nouveau système d'éclairage des phares?

Dans le fameux article *Burning Instruments* de 1811, le mot de *phare* ne se trouve nulle part. L'auteur, comme Buffon, avait uniquement en vue les phénomènes de fusion que la lumière solaire est susceptible de produire. Tous les artifices qu'il propose tendent à réunir en un seul point les foyers de plusieurs lentilles séparées. Dans son appareil une seule de ces lentilles reçoit directement les rayons du soleil; les autres sont éclairées à l'aide des rayons réfléchis par des miroirs plans. Les foyers de deux lentilles placées même dans des directions perpendiculaires, peuvent être ainsi amenés à coïncider. Des figures nombreuses, fort bien gravées, accompagnent le Mémoire; mais dans tout cela, je ne saurais trop le repéter, pas un seul mot de phare, pas une seule ligne d'où l'on puisse induire que l'auteur ait jamais songé à une telle application des lentilles. Ceux qui ont lu les nombreux écrits de M. Brewster ne supposeront pourtant pas que cette idée, si elle s'était présentée à son esprit, n'aurait pas été immédiatement publiée. Existe-t-il, en effet, de nos jours, un physicien plus

Digitized by Google

avide de succès populaires, et qui cherche avec un soin plus minutieux les applications dont les expériences sont susceptibles ? Le savant écossais n'est-il pas, à cet égard, entièrement hors de ligne, depuis le fameux Mémoire d'optique dans lequel, après avoir cherché à établir qu'on voit toujours plus nettement une ligne verticale que toute autre ligne horizontale ou inclinée, il s'extasie sur le parti avantageux que le peintre en bâtimens et le décorateur devaient tirer de cette découverte ?

Le nouveau système d'éclairage des phares n'est pas *explicitement* contenu dans l'Encyclopédie d'Edimburgh ; mais peut-être dira-t-on qu'il y est implicitement. Pour ma part, je ne fais aucun cas des découvertes *implicites*. Toutes les prétentions de ce genre me paraissent devoir être assimilées à celles de l'ouvrier de Carrare, qui se croyait le véritable auteur du Laocoon parce qu'il avait extrait de la carrière le bloc dans lequel cet admirable groupe était *renfermé*, tandis que, suivant lui, le sculpteur ne pouvait prétendre qu'au très-faible mérite d'avoir enlevé à coups de ciseau les morceaux de marbre qui en *masquaient* les formes. Toutefois, pour ne laisser aucune objection sans réponse, j'examinerai les argumens, pareils à ceux de l'ouvrier Carrarais, dont M. Brewster étaie ses tardives prétentions. Ils se trouvent réunis dans le passage que voici :

« Ceux qui connaissent les lois suivant lesquelles se « distribue la lumière qui traverse des lentilles ou qui « tombe sur des réflecteurs, ont à peine besoin que je « leur dise que les appareils les plus propres à opérer « la combustion à l'aide des rayons solaires, sont aussi « les plus convenables quand il faut produire la co- « lonne d'illumination dans les phares. (Je traduis mot

Digitized by Google

« à mot). Il n'y a entre les deux opérations qu'une « seule différence : dans l'un des cas, les rayons paral- « lèles du soleil passent à travers la lentille et se réu- « nissent au foyer ; tandis que dans l'autre, les rayons « partant du foyer après avoir été réfractés par la len- « tille, deviennent parallèles. Donc les lentilles *poly-* « *zonales* et les *sphères à combustion* (Burning sphe- « res) décrites précédemment, *sont particulièrement* « *applicables à l'éclairage des phares.* »

Qu'y a-t-il dans toutes ces phrases ? 1° Un principe d'optique connu depuis plus de deux cents ans ; 2° la proposition d'employer les lentilles au lieu des miroirs paraboliques pour empêcher les rayons de la lumière focale de diverger, proposition tardive sur laquelle d'ailleurs M. Brewster n'a aucun droit, puisqu'il cite lui-même un phare lenticulaire établi dès 1789 dans l'île Portland ; 3° enfin, l'*idée* que les lentilles polyzonales contribueraient un jour à l'amélioration des phares. J'aurais bien voulu pouvoir concéder à M. Brewster le mérite d'avoir, sur ce dernier point, *deviné* juste ; mais avant de le déclarer prophète, j'ai dû compulser les dates, les inexorables dates : or, le passage guillemetté n'est que de 1827, tandis que le Mémoire de M. Fresnel, qu'avaient précédé de si longues, de si nombreuses expériences, remonte à 1822 ; tandis que le phare à grandes lentilles polyzonales de Cordouan, dirige, depuis le 20 juillet 1823, les navigateurs de toutes les nations qui fréquentent l'embouchure de la Gironde ; tandis que le phare lenticulaire de Dunkerque, dont M. Brewster pourrait, peut-être, constater l'existence sans quitter son pays, éclairait déjà la mer du Nord à la fin de 1824, etc., etc.

Digitized by Google

Ceux qui ont étudié l'optique, dit M. Brewster, n'ont pas besoin que je leur apprenne que l'appareil lenticulaire le plus propre à produire des phénomènes de combustion, doit être aussi le plus avantageux quand il s'agit d'éclairer un phare; l'une de ces opérations est l'*inverse* de l'autre. Tout cela est vrai, sans que M. Brewster puisse s'en prévaloir. Lorsque Montgolfier imagina de lancer les ballons dans l'espace, il fit une application du principe d'hydrostatique le plus commun, le plus anciennement connu; son expérience était tout simplement l'*inverse* de celle que fait un couvreur quand il laisse tomber une tuile d'un toit dans la rue. Cependant, du consentement unanime du monde savant, les ballons sont une des plus belles découvertes du siècle dernier. Je le demande, enfin, à toute personne de bonne foi, le ridicule ne ferait-il pas une prompte justice d'un auteur qui présenterait Archimède, Kircher, Villette, etc., etc., comme les inventeurs des phares à réflecteurs; et Tschirnhausen, Buffon ou Condorcet, comme les créateurs des phares lenticulaires; or, les droits de M. Brewster, sur la question des phares, sont évidemment au dessous de ceux qu'on aurait à faire valoir en faveur de ces divers physiciens.

Plusieurs articles que M. Brewster a publiés, soit contre mes amis, soit contre moi-même, me donneraient certainement le droit de rechercher si les erreurs dont le Mémoire sur les phares fourmille, sont seulement l'effet de cette préoccupation à laquelle cèdent si facilement les auteurs quand ils ont à prononcer sur leurs propres ouvrages; mais j'abandonne cet examen : ma tâche est déjà assez pénible sans cela. Un seul passage exige

Digitized by Google

impérieusement deux mots d'explication : je trouve, à la page 9, qu'aussitôt que M. Brewster eut appris de M. Stevenson qu'on s'occupait en France des phares lenticulaires, « il désigna immédiatement à cet ingénieur les per-« fectionnemens dans la construction des lentilles, et les « moyens de les arranger pour l'éclairage (*for the pur-« poses of illumination*) *qu'il avait suggérés dans « l'Encyclopédie d'Edimburgh.* » Or, il m'en coûte beaucoup de le dire, il *n'est point vrai* que M. Brewster ait rien suggéré dans son Encyclopédie sur l'emploi des lentilles *for the purposes of illumination* ! !

M. Brewster déclare, page 8 du nouveau Mémoire, que cette *application* se présenta de bonne heure (*early*) à son esprit. Là, il reconnaît donc qu'après avoir fait les lentilles, il fallait encore songer à l'application. *De bonne heure* veut dire sans doute peu de temps après l'article de 1811 : l'idée de l'application ne saurait être de la même date, car, sans cela, il n'aurait pas manqué d'en faire mention ; comment arrive-t-il donc qu'aujourd'hui M. Brewster renvoie toujours le lecteur à cet article de 1811, si, comme il l'a avoué, par inadvertance sans doute, l'idée de *l'illumination* par des lentilles lui est venue postérieurement? Je n'ajoute plus que deux lignes de résumé, et cette partie de la discussion sera terminée : M. Brewster a publié en 1811 un traité très-détaillé sur les moyens de brûler à distance à l'aide des rayons solaires ; j'ai déjà prouvé que les lentilles dont il se sert pour cela, appartiennent à Buffon et à Condorcet. Je crois avoir établi aussi clairement, que l'auteur n'avait rien écrit jusqu'en 1827 sur l'application de ces lentilles aux phares. Ses prétentions à cet égard sont de tout point in-

Digitized by Google

soutenables, car j'ai fait voir que le mot de phare ne se trouve pas une seule fois dans le long traité des *burning instruments*. Cette seule circonstance, je ne saurais en douter, sera aux yeux des juges impartiaux, une démonstration évidente des droits exclusifs de M. Fresnel à l'invention des appareils lenticulaires. Tout ce que M. Brewster aurait pu concevoir *tôt* ou *tard*, concernant l'application des lentilles, n'existerait pour le public qu'à partir du jour de la publication. Je pourrais, je devrais peut-être m'en tenir à cet argument; mais, pour n'y plus revenir, je vais *prouver* (j'emploie ce mot à dessein) que le savant écossais n'avait aucunement songé aux phares avant l'impression du Mémoire de M. Fresnel.

L'article *Burning instruments* de 1811, ne parle des lentilles qu'autant qu'elles servent à fondre ou à enflammer les corps. A la rigueur, l'auteur pourrait soutenir qu'il réservait pour un autre temps, pour une autre circonstance, l'indication des applications d'une nature différente dont ces appareils lui semblaient susceptibles : les applications aux phares, par exemple; mais, je le demandrai, ce temps-là n'est-il pas arrivé, mais cette circonstance ne s'est-elle pas présentée avant les travaux de M. Fresnel? M. Brewster n'a-t-il pas publié en 1819, en sa qualité d'éditeur de l'Encyclopédie d'Edimburgh, une grande dissertation de M. Stevenson sur les phares (*light-houses*)? N'y trouve-t-on pas l'indication des améliorations dont cet habile ingénieur imagine que ces établissemens sont susceptibles? M. Brewster pouvait-il rencontrer une occasion plus favorable pour mettre le public dans la confidence de ses projets? Une note, et M. l'éditeur n'en est pas ordinai-

Digitized by Google

rement avare, une simple note de deux lignes suffisait pour cela ; mais on la chercherait vainement. Ce n'est *qu'après* que M. Fresnel a décrit et fait exécuter des phares lenticulaires ; ce n'est *qu'après* qu'ils ont été établis sur nos côtes aux applaudissemens des marins, que M. Brewster se *rappelle* ses anciennes idées ; c'est alors seulement qu'il les réclame comme son invention. Ses titres de propriété se trouvent, suivant lui, dans un article de 1811, où l'on serait peu tenté de les chercher, car le mot de phare ne s'y rencontre pas une seule fois ; mais par une compensation bien singulière, il ne peut pas puiser un seul argument à l'appui de ses prétentions, dans un Traité *ex professo*, qu'il a publié huit ans plus tard, et qui a précisément les phares (*light-houses*) pour objet. Je laisse au lecteur à rechercher si l'histoire des sciences a offert jusqu'ici un exemple de réclamation qu'on puisse comparer à celle du savant d'Edimburgh.

Dans les appareils à combustion, M. Brewster fait concourir en un même point les foyers de différentes lentilles ; une seule reçoit directement la lumière solaire ; les autres sont éclairées par des rayons réfléchis. Dans les nouveaux phares, les rayons venant du foyer qui passent au dessus de chaque grande lentille, sont recueillis sur une lentille de moindre dimension qui les rend parallèles, et ils se trouvent rejetés ensuite dans la direction de l'horizon à l'aide d'un miroir réfléchissant. M. Brewster insiste sur la ressemblance de ces deux appareils, mais il se garde bien de remarquer que les lentilles et les miroirs supérieurs, dans les phares français, n'ont aucunement pour objet d'augmenter l'intensité de la lumière des lentilles principales ; qu'ils sont

Digitized by Google

destinés seulement à accroître *la durée* des apparitions du feu tournant dans chaque direction; que c'est pour cela que les faisceaux cylindriques auxquels ils donnent naissance, ne sont pas parallèles aux faisceaux fournis par l'intermédiaire des grandes lentilles. Est-il arrivé, par hasard, que M. Brewster n'a pas compris cette partie de l'invention de M. Fresnel?

Enfler ses titres, affaiblir ceux d'autrui, a toujours été la tactique des faiseurs de réclamations. Je ne dois donc pas m'étonner que M. Brewster l'ait suivie, et qu'il ait constamment présenté les lentilles à échelons comme la seule particularité digne de remarque qu'offrent les nouveaux phares. Telle est cependant, je l'ai déjà expliqué, la liaison intime de toutes les parties de ce système, que sans l'emploi de la nouvelle lampe à mèches multiples, les phares à réflecteurs seraient préférables aux nouveaux et auraient plus d'éclat. Si l'invention de la lampe n'avait pas précédé celle des lentilles, l'emploi des lentilles aurait dû être rejeté. C'est là, suivant toute apparence, la principale cause qui avait empêché jusqu'ici les phares lenticulaires de se propager en Angleterre. J'engage donc M. Brewster à fouiller de nouveau dans l'article *Burning Instruments*, et à rechercher si la lampe n'y est pas implicitement décrite. Il s'est trop aisément tenu pour battu sur ce point, sans songer que la concession tirait à conséquence. Quand il s'occupa *early* des phares lenticulaires, son projet était sans doute d'améliorer ce qui existait; or, sans la lampe, malgré les lentilles, point d'amélioration praticable; la lampe lui est donc indispensable; je lui conseille d'y penser sérieusement.

Digitized by Google

La lampe à mèches multiples est, à ce qu'assure M. Brewster, une simple combinaison des inventions de Rumford et de Carcel. Les auteurs de la lampe n'avaient pensé, en l'exécutant, qu'aux utiles applications dont elle leur paraissait susceptible. Quand ils la décrivirent pour la première fois, ils firent à leurs devanciers une part certainement plus large que la stricte justice ne l'exigeait. Maintenant que sous la plume de M. Brewster la lampe est devenue celle du comte de Rumford (*voyez* son Mémoire, p. 24), quelques détails historiques paraîtraient indispensables; mais je les supprimerai, puisque cette question m'intéresse personnellement. En écrivant ce long article, j'ai désiré seulement venger la mémoire d'un compatriote de l'attaque la plus inconsidérée. J'ai tenu surtout à prouver que l'ami dont une mort cruelle m'a si promptement séparé, n'avait pas seulement attaché son nom aux plus subtiles, aux plus ingénieuses découvertes de l'optique, mais qu'il avait encore acquis, par l'*invention* des phares lenticulaires, des droits incontestables à la reconnaissance des marins de toutes les nations. (*A.*)

Extrait *d'un Note de M.* Gmelin de Tubingue, *du 22 mars 1828, sur la Préparation de l'outre-mer artificiel* (Hesperus, n° 76).

Plusieurs circonstances m'avaient convaincu depuis long-temps que le principe colorant de l'outre-mer est le soufre. La formation de cette couleur, remarquée par M. Tassaert (*Annales de Chimie*, 89, p. 88) dans

Digitized by Google

un fourneau qui servait à la fabrication de la soude et dont le sol était en grès, prouva évidemment la possibilité de la faire artificiellement. Cette couleur possédait en effet tous les caractères du véritable outre-mer, particulièrement celle d'être détruite par les acides puissans avec un dégagement d'hydrogène sulfuré. Je désirais, avant tout, d'apprendre par l'analyse comparative et exacte de différentes sortes d'outre-mer, quelle proportion de ses élémens serait la plus favorable à la production d'une belle nuance. A cette fin, je me suis procuré, il y a dix-huit mois, du lapis lazuli de Saint-Pétersbourg, et de l'outre-mer de Paris (à la Palette de Rubens, Saint-Martin, rue de Seine, n° 6), par l'intermède de M. le capitaine de Baer et de M. le professeur Hofalker, et j'ai soumis le dernier à une analyse rigoureuse. Cependant le célèbre peintre M. Seybold, à Stuttgard, m'ayant assuré que l'outre-mer que j'avais acheté à Paris n'était pas de la meilleure qualité, je me suis adressé à M. le professeur Corpi, à Rome, pour m'en procurer de toutes sortes et des quantités suffisantes pour l'analyse de cette couleur.

En passant, au printemps 1827, quelques semaines à Paris, je commis l'indiscrétion de faire part à quelques chimistes, et notamment à M. Gay-Lussac, de la conviction où j'étais de la *possibilité* de faire l'outre-mer artificiellement, et d'être occupé de ce problème; c'est donc peut-être ma faute qu'un autre m'ait prévenu dans cette découverte, car chacun a incontestablement le droit de faire des recherches sur des objets dont d'autres s'occupent.

Je ne rapporte aussi ces circonstances que pour dé-

Digitized by Google

tourner de moi le soupçon de n'avoir commencé mes expériences qu'après avoir appris le résultat heureux d'un autre travail. Bien des personnes et M. Gay-Lussac lui-même me témoigneront sans doute avec plaisir que je lui en ai parlé, et qu'il ne me dit pas alors que quelqu'un était occupé, à Paris, à des recherches semblables.

Après avoir appris, par le *Schwabischer Mercur*, du 28 febr., que M. Gay-Lussac avait annoncé, à l'Académie de Paris, le 4 de ce mois, la découverte de la fabrication de l'outre-mer faite par M. Guimet, mais que ce dernier veut encore, quelque temps, tenir secret son procédé, j'ai été engagé d'autant plus à publier toutes les circonstaces nécessaires pour le bon succès de la fabrication de cette couleur si importante pour la peinture, qu'on pourrait être facilement induit en erreur par l'opinion que l'analyse de l'outre-mer faite par MM. Clément et Desormes a été prise pour base.

Voici le procédé d'après lequel la préparation de l'outre-mer réussit infailliblement.

On se procure de l'hydrate de silice et d'alumine; le premier, en fondant ensemble du quartz bien pulvérisé, avec quatre fois autant de carbonate de potasse, et en dissolvant la masse fondue dans l'eau et en la précipitant par de l'acide muriatique; le second, en précipitant une solution d'alun pur par de l'ammoniaque. Ces deux terres doivent être lavées soigneusement avec de l'eau bouillante. Après cela, on détermine la quantité de terre sèche qui reste, après avoir chauffé au rouge une certaine quantité de précipités humides. L'hydrate de silice dont je me suis servi dans mes expé-

Digitized by Google

riences, contenait sur 100 parties, 56, et l'hydrate d'alumine 3,24 parties de terre anhydre.

On dissout ensuite à chaud, dans une solution de soude caustique, autant de cet hydrate de silice qu'elle peut en dissoudre, et on détermine la quantité de terre dissoute. On prend alors sur 72 part. de cette dernière (silice anhydre) une quantité d'hydrate d'alumine qui contienne 70 parties d'alumine sèche; on l'ajoute à la dissolution de la silice et on évapore le tout ensemble, en remuant constamment, jusqu'à ce qu'il ne reste qu'une poudre humide.

Cette combinaison de silice, d'alumine et de soude est la base de l'outre-mer qui doit être teinte maintenant par du sulfure de sodium; c'est ce qu'on fait de la manière suivante:

On met dans un creuset de Hesse, pourvu d'un couvercle bien fermant, un mélange de 2 parties de soufre et de 1 partie de carbonate de soude anhydre; on chauffe peu à peu, jusqu'à ce que, à la chaleur rouge moyenne, la masse soit bien fondue; on projette alors ce mélange, en très-petites quantités à la fois, au milieu de la masse fondue; aussitôt que l'effervescence, due aux vapeurs d'eau, cesse, on y jette une nouvelle portion. Ayant tenu le creuset une heure au rouge modéré, on l'ôte du feu et on le laisse refroidir. Il contient maintenant de l'outre-mer, mêlé à du sulfure en excès; on le sépare du dernier par de l'eau. S'il y a du soufre en excès, on le chasse par une chaleur modérée. En cas que toutes les parties de l'outre-mer ne soient pas colorées également, on peut séparer les parties les

Digitized by Google

plus belles, après les avoir réduites en poudre très-fine, par le lavage avec de l'eau.

Observations de M. Gay-Lussac. C'est M. Liebig qui m'a adressé toute traduite la Note qu'on vient de lire. Quoique M. Gmelin y emploie le mot *indiscrétion*, je n'ai pas besoin de chercher à me justifier. Je déclare même, suivant son désir, qu'il m'a dit l'année dernière, pendant son séjour à Paris, qu'il croyait à la *possibilité* de faire de l'outre-mer; et si je ne lui ai pas dit à cette occasion que quelqu'un s'en occupait à Paris, c'est par une bonne raison; c'est que je n'en savais rien. Je n'ai connu les recherches de M. Guimet, qui ont été faites à Toulouse, à 200 lieues de Paris, que par la communication d'un échantillon d'outre-mer qu'il m'a faite, environ six semaines avant l'annonce à l'Institut de sa belle découverte. Quant à la priorité de l'idée qu'il était possible de faire de l'outre-mer, je ne crois pas que personne puisse sérieusement se l'approprier, surtout depuis le fait observé par M. Tassaert; mais si enfin une discussion s'élevait à cet égard, la priorité serait certainement acquise à la Société d'Encouragement de Paris, qui a proposé, il y a quatre ans, un prix de 6000 francs pour la fabrication de l'outre-mer. Certes, cette proposition est une preuve bien matérielle de la conviction où était cette illustre Société que l'outre-mer pouvait être fabriqué de toutes pièces. Je ne m'étendrai pas d'avantage sur cet objet; mais comme la découverte de la fabrication de l'outre-mer est trop importante pour ne pas intéresser nos lecteurs, je me permettrai de faire connaître quelques passages d'une lettre que je

Digitized by Google

viens de recevoir de M. Guimet auquel j'avais donné communication de la Note de M. Gmelin.

« L'indiscrétion dont M. Gmelin se plaint, ne lui « a certainement fait aucun tort, puisqu'au printemps de « 1827, j'étais à Toulouse, et qu'il y avait déjà près « d'un an que j'étais parvenu à former de l'outre-mer « de toutes pièces (1). Il m'a fallu ensuite de très-longues « recherches pour rendre mon procédé économique et « applicable aux arts ; néanmoins, dès le mois de « juillet 1827, mon bleu était déjà employé par plusieurs « peintres distingués, notamment par M. Ingres, qui s'en « est servi, pour la peinture d'un des plus beaux plafonds « du Musée Charles X. Je puis même ajouter que M. In- « gres, qui est un excellent juge en cette matière, m'a « répété plusieurs fois que mon outre-mer ne laissait rien « à désirer, et qu'il le préférait à tous ceux du commerce.

« M. Gmelin, en assurant que le soufre est le prin- « cipe colorant de l'outre-mer, ajoute que l'analyse de « MM. Clément et Désormes peut induire en erreur ; « cependant ces messieurs ont trouvé du soufre dans « toutes les compositions d'outre-mer, et ils en évaluent « la quantité à 3 sur 92.

« La publication du procédé de M. Gmelin tour- « nera certainement à l'avantage de la science ; mais « je doute qu'on puisse obtenir par ce moyen de l'outre- « mer à un prix raisonnable ; c'est ce que la suite « prouvera. De mon côté, j'ai la satisfaction de perfec- « tionner tous les jours mon procédé, et j'obtiens avec

(1) La Société d'encouragement a publié son Programme pour la fabrication de l'outre-mer factice depuis quatre ans.

Digitized by Google

« moins de frais des qualités d'outre-mer de plus en « plus belles. En outre, je suis en mesure de fournir « à tous les besoins des arts, ayant fait construire des « appareils convenables, et étant secondé par mon « jeune beau-frère, qui a été votre élève à l'Ecole « polytechnique. » (1)

Sur *le Pyrophore.*

Par M. Gay-Lussac.

Les causes auxquelles le pyrophore doit son inflammation ne me paraissant pas suffisamment déterminées, j'ai fait les expériences suivantes.

Au lieu de sucre ou de farine que l'on emploie ordinairement pour la préparation du pyrophore, je me suis servi de noir de fumée calciné, après m'être assuré que l'on obtenait avec ce corps un très-bon résultat.

Un mélange d'alun à base de potasse calciné et de noir de fumée, chauffé dans une cornue de grès munie d'un tube plongeant dans le mercure, m'a donné d'abord de l'acide carbonique et du gaz sulfureux, à peu près à volume égal; plus tard, l'acide carbonique était pur, et enfin il s'est mêlé d'oxide de carbone qui a fini par dominer. J'ai aperçu des traces d'acide hydro-sulfurique et de soufre, ainsi qu'un léger sublimé de sulfite d'ammoniaque, dont l'origine ne peut être due qu'à l'existence d'un peu d'ammoniaque dans l'alun. Le résidu, tout-à-fait refroidi, s'est enflammé comme le

(1) M. Guimet a établi un dépôt de son outre-mer, chez MM. Tardy et Blanchet, rue du Cimetière Saint-Nicolas n° 7, à Paris.

Digitized by Google

meilleur pyrophore, en répandant une odeur suffoquante d'acide sulfureux, et brûlant même avec une légère flamme bleue.

Le dégagement d'acide sulfureux rend évident que pendant la préparation du pyrophore, il se forme un poly-sulfure, c'est-à-dire, un sulfure à plusieurs atomes de soufre; car un mono-sulfure de potassium, en brûlant, se convertirait en sulfate neutre, sans dégager d'acide sulfureux.

Le soufre en excès provient incontestablement de l'acide sulfurique du sulfate d'alumine, et seulement des dernières portions. Les premières se décomposent, en effet, par le carbone avant le sulfate de potasse, et le rapport, à volume égal, de l'acide carbonique au gaz sulfureux, prouve que tout leur souffre est contenu dans le gaz qui se dégage.

Il est également incontestable qu'il ne peut exister de potassium libre dans le pyrophore; il suffit d'abord pour s'en convaincre de mettre le pyrophore en contact avec l'eau; on n'observera aucun dégagement d'hydrogène. Mais comme ce produit, tel qu'il est préparé ordinairement, contient plusieurs substances différentes, il est nécessaire de rechercher quelle est celle qui concourt le plus efficacement à son inflammation.

Le charbon n'est pas indispensable à l'inflammation du pyrophore. J'ai fait un mélange d'à peu près 75 gr. d'alun et de 3,33 de noir de fumée, ou de 1 atome du premier et de 3,5 du second, et l'ayant calciné à une chaleur rouge-cerise tirant au blanc, j'ai obtenu une matière d'un rouge-brun, dans laquelle on ne distinguait aucune trace de charbon, et qui s'est très-bien

Digitized by Google

enflammée à l'air, en laissant un résidu d'un blanc-gris.

L'alumine n'est pas non plus essentielle à l'inflammation du pyrophore; car, ayant fait un mélange de 1 atome de sulfate de potasse et de 3 de sulfate de magnésie, pour remplacer le sulfate d'alumine dans l'alun, et l'ayant calciné comme le mélange précédent, j'ai obtenu un très-bon pyrophore.

Un sulfure de potassium à un ou plusieurs atomes de soufre, ou même un oxi-sulfure, ne s'enflamme point à l'air quand il est en masse, et la présence de la magnésie ou de l'alumine ne me paraissant avoir d'autre effet que de diviser le sulfure de potassium, il m'a semblé que je pourrais remplacer efficacement ces deux bases par le charbon. J'ai fait en conséquence un mélange de

27s,3 de sulfate de potasse... 1 atome;
7 ,5 de noir de fumée..... 4

mais je n'ai obtenu qu'un sulfure agglutiné qui ne s'est point enflammé au contact de l'air.

J'ai alors doublé la proportion du charbon, et cette fois le résidu de la calcination était tout-à-fait pulvérulent et d'une inflammabilité étonnante. En le versant de la cornue où il avait été calciné dans un flacon de verre, il s'est enflammé instantanément, non sans danger pour moi; car la plus petite parcelle qu'on laisse tomber dans l'air s'enflamme aussitôt et brûle de l'éclat le plus vif. Quelle est la nature de ce singulier produit?

Il ne donne point en brûlant d'acide sulfureux, comme le pyrophore; et cela doit être, puisque le po-

Digitized by Google

tassium retient tout le soufre pour se changer en sulfate neutre. Cependant le potassium n'y est pas à l'état de monosulfure ; car la dissolution dans l'eau de la matière pyrophorique donne avec les acides de l'hydrogène sulfuré et un dépôt de soufre. Il s'est donc formé un polysulfure, et par conséquent une portion du potassium n'est pas combinée avec le soufre. Mais ce potassium n'est point libre ; car la matière pyrophorique ne dégage point d'hydrogène avec l'eau ; il doit donc être combiné avec l'oxigène. Cette matière n'exige pas d'ailleurs, comme le pyrophore ordinaire, un air humide pour s'enflammer ; versée dans de l'air tout-à-fait sec, elle y a pris feu instantanément. Enfin, le charbon ne me paraît pas avoir éprouvé de combinaison avec le soufre et le potassium. La dissolution de la matière pyrophorique dans l'eau ne se distingue pas de celle d'un sulfure fait sans charbon, et le noir de fumée se rassemble très-vite au fond du vase, et n'a pas cette ténuité, qui est le caractère d'une combinaison antérieure.

Le sulfate de soude, chauffé avec le noir de fumée dans la même proportion équivalente que le sulfate de potasse, m'a donné une matière pyrophorique à peu près d'une égale inflammabilité que la précédente. Mais le sulfate de baryte, traité de même, ne produit rien de semblable.

Le nouveau pyrophore, comparé au pyrophore ordinaire, me paraît devoir sa plus grande inflammabilité à plusieurs causes ; à son plus grand état de division, à l'absence d'une matière terreuse inactive, et sans doute aussi à une proportion moindre de soufre.

L'inflammation du pyrophore ordinaire, de même que

Digitized by Google

celle du pyrophore obtenu avec le sulfate de potasse et le noir de fumée, dépend essentiellement de la grande combustibilité du sulfure de potassium, et de son action sur l'eau et sur l'air ; l'alumine, la magnésie ou le charbon ne paraissent avoir d'autre effet que de diviser la matière combustible ; mais le charbon, étant combustible lui-même, ne reste point passif dans le phénomène, comme les deux autres matières ; l'incendie commencé, il l'alimente.

En terminant, je remarquerai que je ne me suis point aperçu qu'une très-haute température ait altéré l'inflammabilité de mes pyrophores. J'ai donné la chaleur qu'on peut obtenir dans un fourneau ordinaire de 17 centimètres de diamètre, surmonté quelquefois d'un tuyau de tôle de 35 centimètres ; mais j'ai eu le soin d'exclure tout accès à l'air, pendant le refroidissement du pyrophore, dans la cornue de grès où avait été faite la calcination.

Rapport *fait à la Société de Pharmacie, sur une nouvelle variété de Borate de soude, par MM.* Soubeiran *et* Pellerin.

Une contestation s'est élevée entre MM. Buran et Payen, qui réclament tous deux la priorité de la découverte d'un nouveau borate de soude. M. Buran s'est adressé à la Société de Pharmacie en lui envoyant un échantillon des borax qu'il répand dans le commerce, et en lui annonçant qu'il se soumettait au jugement qu'elle pourrait prononcer, après avoir pris connais-.

Digitized by Google

sance des faits. M. Payen a, depuis cette époque, fourni de nouveaux renseignemens à la Société, et lui a fait remettre aussi un morceau de borax de sa fabrique. M. Pellerin et moi nous avons été chargés d'examiner la question, et nous allons rendre compte à la Société des résultats auxquels nous sommes parvenus.

Les élémens de notre travail sont les deux Notes présentées à la Société par M. Buran et par M. Payen; les renseignemens postérieurs que nous avons reçus de chacun de ces Messieurs, et le Mémoire que M. Payen a fait insérer dans les *Annales de l'Industrie*. Nous avons en outre fait un grand nombre d'expériences, et, munis de tous ces documens, nous avons pu nous croire suffisamment éclairés. L'opinion que nous aurons l'honneur de vous soumettre est appuyée de notre entière conviction. Nous espérons que l'exposé des faits pourra vous la faire partager.

Nous rappellerons d'abord au souvenir de la Société quelles sont les propriétés qui caractérisent le nouveau borate de soude. Nous décrirons sa fabrication, en rapportant d'abord les procédés de MM. Payen et Buran. Nous ferons ensuite connaître les expériences qui nous sont propres. Ayant ainsi tracé l'histoire chimique de ce nouveau corps, il nous restera à balancer les faits, et à nous appuyer des renseignemens que nous avons pu recueillir pour éclairer votre opinion sur la discussion qui s'est élevée entre deux hommes également recommandables.

Le nouveau borate dont nous nous occupons, est une variété du borate de soude ordinaire dont il diffère chimiquement par la proportion d'eau de cristallisation

Digitized by Google

qu'il contient. Celle-ci est exactement la moitié de celle contenue dans le borate de soude prismatique. Cette différence en amène d'autres dans les propriétés. La forme cristalline est un octaèdre régulier, au lieu d'être un prisme à quatre ou six pans. La densité est plus grande. La dureté a également augmenté, car le borax ordinaire est rayé par le borax octaédrique.

Le borax prismatique se clive naturellement par des changemens de quinze degrés de température; le borax octaédrique conserve sa solidité dans les mêmes circonstances.

Le borax ordinaire conserve sa transparence dans l'eau et dans un air humide. Il s'effleurit à sa superficie dans un air sec. Le contraire arrive pour les nouveaux cristaux : plongés dans l'air humide ou dans l'eau ils deviennent opaques, et ne se conservent diaphanes que dans l'air sec.

La différence la plus remarquable est celle que ces deux sels présentent dans leur emploi dans les arts, et elle est due à leur différence de dureté et de cohésion. Les bijoutiers, qui sont dans la nécessité d'employer le borax dans un grand état de division, l'obtiennent en frottant un cristal sur une pierre dure arrosée de temps en temps de quelques gouttes d'eau. Il leur arrivait que le borax ordinaire se brisait souvent en fragmens et laissait dans la poudre des parcelles assez grosses pour, à leur application sur l'or ou l'argent, faire fondre par places des parties de métaux considérables, et nuire au fini de l'ouvrage en compromettant les intérêts des ouvriers. On a essayé de remplacer le borax prismatique par le borax fondu; mais celui-ci a trop de dureté. Il

Digitized by Google

use la pierre au lieu d'être usé par elle. Les avantages du borax octaédrique consistent en ce qu'il se divise bien sur la pierre sans jamais s'éclater en fragmens comme le font les cristaux prismatiques.

On se procure le borate de soude octaédrique en faisant dissoudre du borax dans l'eau à la température de 100°, en proportion suffisante pour qu'au terme de l'ébullition la densité de la liqueur soit telle que l'aréomètre de Baumé y marque 30°. On l'abandonne alors à un refroidissement lent et régulier. Dès que la température est descendue à 79°, il se dépose des cristaux octaédriques qui commencent à se former seuls jusqu'à ce que la température du liquide soit descendue à 56°. En ce moment l'eau-mère décantée ne donne plus que des cristaux prismatiques. Si on ne prend pas la précaution de séparer les eaux-mères au moment convenable, les cristaux se recouvrent, s'enveloppent mutuellement et se confondent dans leurs limites. Cette observation nous explique comment certains borax impurs, connus dans le commerce sous les noms de borax tinckal de l'Inde et de borax demi-rafiné de la Chine, produisent quelquefois au rafinage un poids plus considérable que celui du borax prismatique.

Le procédé que nous venons de rapporter, est celui qui a été communiqué à la Société par M. Payen. M. Buran opère à peu près de même. Il concentre la liqueur jusqu'à 32° de l'aréomètre de Baumé, puis il ferme sa chaudière pour ralentir autant que possible le refroidissement. Au bout de six jours, en opérant sur un millier de borax, il ouvre la chaudière, retire la partie liquide, et enlève le borax octaédrique qui s'est formé. Celui-

Digitized by Google

ci est sous la forme d'une croûte très-dense. A sa surface se trouve un commencement de cristallisation prismatique que M. Buran détache au moyen d'une hachette. Une observation très-remarquable et qui doit trouver ici sa place, parce qu'elle a été faite par M. Buran, c'est qu'une ébullition prolongée pendant plusieurs heures est nécessaire pour obtenir une grande quantité de borax octaédrique.

Les expériences qui nous sont propres ont eu pour objet de constater les propriétés du borax octaédrique et de répéter ce qui nous avait été annoncé sur sa fabrication. Dans un premier essai nous avons suivi exactement le procédé de M. Payen, et nos résultats ont été parfaitement en accord avec tout ce qu'il avait annoncé. Nous avons cru cependant remarquer qu'au dessous de 56°, il se fait encore du borax octaédrique.

Nous avons ensuite examiné si l'action prolongée de la chaleur favorisait la transformation du borax ordinaire en cristaux octaédriques, et nous avons vu ce fait confirmé par des expériences différentes; l'une qui a consisté à tenir pendant trois heures en ébullition deux livres de borax ordinaire; l'autre qui a été faite en tenant, pendant le même temps, sur le feu des eaux-mères qui n'avaient fourni que du borax prismatique.

Enfin nous avons voulu voir si le borax octaédrique dissous dans l'eau, avait besoin d'une ébullition prolongée pour fournir des cristaux semblables, ou s'il se transformait par le seul fait de sa dissolution en borax ordinaire. A cet effet, nous avons fait dissoudre dans l'eau bouillante une certaine quantité de la masse octaédrique qui nous avait été remise par M. Payen, et

Digitized by Google

elle nous a fourni de suite une masse de cristaux en octaèdres.

Nous pouvons conclure de ce qui précède que l'on peut, dans des circonstances convenables, obtenir à volonté du borate de soude sous la forme d'octaèdres, et que les cristaux ne contiennent que la moitié de l'eau de cristallisation du borax prismatique. L'on connaît plusieurs exemples de ces mutations de forme accompagnant un changement dans la proportion de l'eau de cristallisation. Nous rappellerons à la Société l'observation faite par M. Robiquet du changement de forme du nitrate de strontiane qui se sépare en petits cristaux anhydres de ses dissolutions concentrées, et en gros octaèdres transparens, très-chargés d'eau, d'une dissolution moins rapprochée. Beaucoup d'autres sels pourraient donner lieu à des observations semblables; mais une des plus importantes est celle de M. Thomson, sur le carbonate de soude, par ce qu'elle nous offre, comme les borax, deux sels de nature semblable, mais contenant des proportions différentes d'eau de cristallisation. L'un a la forme de prismes quadrangulaires terminés par des pointemens à quatre faces, et l'autre est en cristaux octaédriques, à bases rhombes et à sommets tronqués.

Nous abordons maintenant la question de priorité, et c'est sur des faits difficiles à contester que nous voulons appuyer notre jugement.

Il nous paraît constant que, dès l'année 1818, M. Buran s'occupa, de concert avec M. Houtou-Labillardière, de recherches sur les borax impurs du commerce, et ils parvinrent les premiers à leur donner la forme cristal-

Digitized by Google

line que réclamait le commerce. Cette circonstance mit M. Buran en rapport d'intérêt avec les différens consommateurs. Il se mit au courant de ce que chacun d'eux pouvait désirer, et s'occupa surtout de satisfaire les bijoutiers, qui se montraient les plus difficiles. Si nous devons nous en rapporter à M. Buran, ce serait après une série de recherches qu'il serait parvenu à fabriquer le borax octaédrique qu'il répand seul dans le commerce depuis plusieurs années.

La question se réduit pour nous à savoir si la vérité est dans les assertions de M. Buran, ou bien si, comme le dit M. Payen, M. Buran a fait du borax octaédrique sans le savoir, sans l'avoir jamais isolé, sans avoir reconnu ses formes. Nous vous ferons observer, Messieurs, que M. Buran n'est pas un manufacturier sans instruction. Long-temps il travailla au laboratoire de l'école d'Alfort; il fut le collaborateur de M. Houtou-Labillardière. Il nous est donc permis de croire qu'il a pu arriver par des recherches dirigées avec intelligence à fabriquer du borax octaédrique. Mais nous concevrons aussi facilement pourquoi il a préféré livrer au commerce son borax sous la forme de masse brute; c'était pour lui une garantie que son procédé resterait plus long-temps secret. Il existait aussi une concurrence défavorable, et ses prévisions se sont bien réalisées, puisque, pendant plusieurs années, M. Buran a seul fourni au commerce son borax octaédrique sous les noms de borax calciné, borax des bijoutiers, borax en croûte, et au prix de 3 francs la livre. Sa valeur commerciale n'a baissé que depuis que M. Payen a établi une concurrence. Observons d'ailleurs que M. Payen n'a livré

Digitized by Google

de cette espèce de borax au commerce que depuis la dernière exposition de l'industrie, où M. Buran avait placé les produits de sa fabrique.

Il nous reste encore un point à discuter : il s'agit de savoir si les masses livrées au commerce par M. Buran, sont du borax octaédrique pur ou bien un mélange des deux borax. Si vous vous rappelez ce que nous avons rapporté du procédé de fabrication de M. Buran, vous admettrez sans aucune difficulté une partie de l'opinion de M. Payen. Il se trouve à la surface une couche de borax prismatique que M. Buran enlève mécaniquement, mais pas toujours en entier, comme vous pourrez le voir sur l'échantillon qui nous a été remis par M. Buran lui-même. Cette croûte est bien du borax à 47 p. $\frac{0}{0}$ d'eau de cristallisation; l'analyse chimique nous en a convaincus. Mais la masse inférieure contient-elle un mélange des deux espèces de borax? c'est ce que nous ne pouvons accorder à M. Payen, car l'analyse nous y a fait trouver 29,7 d'eau de cristallisation, c'est-à-dire la même quantité que dans les octaèdres isolés que M. Payen avait déposés à la Société.

Mais n'est-ce pas un gage de pureté, une garantie contre la fraude, que de livrer au commerce des cristaux bien formés au lieu de masses amorphes où l'on pourrait introduire des matières étrangères. Sans croire qu'il soit bien facile de falsifier un sel qui ne cristallise que dans certaines conditions particulières, nous pensons toutefois qu'il est préférable pour le commerçant de trouver les produits qu'il emploie en cristaux, parce qu'il a, par devers lui, l'assurance de leur pureté. Et si nous ne connaissons pas maintenant le moyen de falsi-

Digitized by Google

fier le borax octaédrique, quelque fraudeur habile pourrait bien le découvrir, et l'état informe du sel livré par M. Buran serait pour lui une circonstance avantageuse.

En résumé, nous pensons que la découverte commerciale du borate de soude octaédrique ne peut être disputée à M. Buran. Quant à la découverte chimique, il est aussi positif pour nous que M. Payen a décrit le premier ce borax, et a fait connaître son mode de fabrication. Nous sommes intimement convaincus que ces faits étaient connus de M. Buran; mais nous en attribuons la découverte à M. Payen, en nous fondant sur ce principe que celui-là doit être considéré comme le véritable auteur d'une découverte dans les sciences chimiques, qui le premier l'a rendue publique en la faisant insérer dans un ouvrage imprimé, ou en la faisant connaître dans une réunion savante.

Lettre *de M.* Jallu *fils aux Rédacteurs des* Annales de Chimie et de Physique, *sur la Fabrication du Sucre de betterave.*

En ma double qualité de cultivateur et de fabricant de sucre indigène, je prendrai la liberté d'ajouter quelques réflexions à celles bien justes, mais peut-être un peu brèves, qui ont été faites par vous relativement à l'opinion de M. Crespeldellisse sur le meilleur procédé à suivre pour la fabrication du sucre de betterave; opinion qu'il a consignée dans une lettre à M. Gay-Lussac,

Digitized by Google

dont un des Numéros de votre Journal nous a transmis le contenu.

Si ces réflexions vous paraissent dignes d'y figurer également, je les livre, Messieurs, à l'attention du grand nombre de personnes qui semblent aujourd'hui disposées à joindre leurs travaux et leurs efforts aux nôtres, pour conduire cette conquête de l'industrie moderne au degré de perfection dont elle est susceptible.

Il faut avant tout confesser que, quoique la fabrication du sucre indigène soit encore dans l'enfance, quoiqu'il reste beaucoup à faire pour extraire de la betterave tout le suc qu'elle contient, et l'en extraire avec le moins de frais possible, quoique nos machines, malgré les progrès étonnans qu'elles ont amenés depuis quelques années dans la fabrication, soient encore loin du but qu'elles peuvent et doivent atteindre, la France n'en est pas moins redevable à M. Crespeldellisse d'avoir en quelque sorte, par sa persévérance dans la pratique du procédé d'Achard, résolu, l'un des premiers, le difficile problème de la fabrication du sucre de betterave mis en regard avec le sucre de canne, en y trouvant des bénéfices; lorsqu'avant lui et jusqu'à lui pour ainsi dire, les frais de cette fabrication avaient toujours excédé la valeur des produits.

Honneur donc, et récompense même à M. Crespeldellisse et à ses collaborateurs, pour le service immense qu'ils ont rendu à l'agriculture et au pays tout entier; mais en rendant cette justice à M. Crespeldellisse parce qu'elle lui est due, s'ensuit-il, Messieurs, qu'il faille adopter sans examen son opinion, toute imposante qu'elle soit, sur le meilleur mode à suivre pour la

Digitized by Google

fabrication du sucre? Je ne le pense pas, et M. Crespeldellisse, j'en suis sûr, ne le pense pas davantage; il veut, comme ceux des fabricans qui préfèrent le procédé de la cuite à celui de la cristallisation lente, arriver au mode le plus économique et le plus productif tout à la fois.

La question est donc de savoir lequel des deux procédés remplit le mieux ce double but.

M. Crespeldellisse a douté long-temps que le chauffage à la vapeur pût être introduit avec succès dans nos fabriques; il a douté de même que le procédé de la cuite pût réussir le moins du monde; il a blâmé MM. Blanquet et Harpigny de Famars, qui les premiers en ont fait usage en se servant de l'appareil de Taylor et Martineau de Londres; il m'a blâmé aussi de les avoir imités; mais, en homme instruit et qui sait se rendre aux vérités démontrées, M. Crespeldellisse s'est décidé cette année à renverser toute sa fabrique, qu'il chauffe aujourd'hui à la vapeur.

Il en agira de même pour le procédé de la cuite, quand il aura reconnu ce que je crois démontré :

1°. Que la cristallisation lente a le triple inconvénient, comme vous le lui avez fait observer, Messieurs, d'ajourner les produits (il y a des sucres qui restent six mois dans les cristallisoirs, tandis que ceux de la cuite sont raffinés et vendus en moins de trois mois), d'exiger de vastes étuves, et d'occasioner, pour l'achat des cristallisoirs, une dépense qui dans beaucoup de fabriques s'élève jusqu'à 25 et 30 mille francs, et pour le chauffage, une autre dépense en charbon, beaucoup plus considérable que celle qui se fait par la cuite.

Digitized by Google

2°. Que cette cristallisation lente, loin de procurer un et demi pour cent de plus en sucre que le procédé par la cuite, ainsi que l'avance M. Crespeldellisse, par erreur et par omission, comme il va m'être facile de le démontrer, pourrait bien, au contraire, ne pas produire une quantité de sucre égale à celle qu'on obtient par la cuite quand elle est faite à la vapeur.

Et voici comment je le prouve :

M. Crespeldellisse, après avoir parlé de cette différence d'un et demi pour cent en faveur et au profit de la cristallisation lente, ajoute que les sirops provenus de la purgation après la cuite ont été remis par lui à l'étuve, et qu'ils donneront encore un sucre de seconde qualité ; d'où il résulte qu'avant d'établir la différence des deux produits, si différence il y a, il aurait fallu, ce me semble, ajouter au premier produit de la cuite celui du sucre de seconde qualité, que M. Crespeldellisse annonce lui-même devoir résulter de la cristallisation lente à laquelle il a soumis les sirops de la purgation, au lieu de les faire cuire et recuire, comme le font jusqu'à trois fois ceux des fabricans qui opèrent par la cuite au moyen de la vapeur, et qui chaque fois obtiennent un sucre de moindre qualité, il est vrai, mais qui l'obtiennent avec ce précieux avantage, qu'après la dernière cuite il ne leur reste presque plus de mélasse.

Je n'oserais pourtant affirmer qu'on trouve plus de bénéfice à cuire et recuire tous les sirops de la purgation, qu'à les soumettre, sinon en totalité au moins en partie, à la cristallisation lente. C'est ce que je me propose de vérifier ; mais il ne s'agit pas de cela au-

Digitized by Google

jourd'hui, et je n'en ai parlé que pour mettre sous les yeux de M. Crespeldellisse l'oubli qu'il me paraît avoir fait dans sa comparaison des deux produits, d'une portion très-importante des produits du procédé de la cuite.

La seule question à résoudre pour le moment, comme nous l'avons dit, est celle-ci : lequel des deux procédés est le plus profitable au fabricant?

Déjà j'ai fait sentir les inconvéniens graves qui résultent du procédé par la cristallisation lente; voyons quels en sont, selon M. Crespeldellisse, les prétendus avantages.

Il eût été à désirer, qu'avant de les établir, avant d'affirmer par suite d'une expérience faite en petit, et dont les résultats sont presque toujours incertains, que ce procédé procure un et demi pour cent de sucre en plus que le procédé en cuite, M. Crespeldellisse nous apprit combien MM. les fabricans qui, à son exemple, opèrent avec les cristallisoirs, retirent de sucre au total sur une quantité de betteraves donnée?

C'est ce que nous laisse ignorer sa lettre à M. Gay-Lussac; on y trouve bien la quantité de terre cultivée par chaque fabricant, ainsi que la quantité de sucre par lui obtenue, mais on n'y voit pas sur quel poids de betteraves ce résultat a eu lieu, et c'était là l'essentiel.

En indiquant ce poids, M. Crespeldellisse n'avait même plus besoin de faire d'expériences; il ne lui restait qu'à comparer nos produits avec les siens, et la difficulté était résolue; car il ne suppose pas que nous opérions sans calculer ces produits, et sans les avoir

Digitized by Google

mis en comparaison avec ceux qu'il a toujours dit obtenir.

Ou ma mémoire me tromperait fort, ou M. Crespel-dellisse n'a pas caché aux personnes qui ont eu recours à ses lumières et à sa longue expérience (je crois même qu'il a dû l'écrire), que la betterave produisait en sucre de 4 à 5 pour 100 de son poids.

Eh bien ! si par le procédé de la cuite ceux qui l'emploient obtiennent 5 pour 100 du poids de leurs betteraves, et même plus, où sera l'avantage du procédé par la cristallisation lente? Je le demande à M. Crespel-dellisse, qui me répond : mon sucre est plus beau que le vôtre. Je n'ose lui contester une pareille assertion, et cependant il me serait facile de lui faire voir du sucre obtenu par la cuite, tout aussi flatteur à l'œil que le plus beau sucre obtenu par la cristallisation lente, qui a peut-être même sur celui-ci l'avantage d'être mieux purgé et d'avoir des cristaux plus réguliers; par cette raison toute simple, que la pression à laquelle on est obligé de soumettre le sucre provenu des cristallisoirs, lui enlève, en le blanchissant il est vrai, la richesse de ses grains.

Aussi s'élève-t-il ici tout naturellement une seconde question également importante à résoudre. Celle de savoir lequel des deux sucres donne le plus de profit au raffineur?

Si j'en crois ce que m'ont dit d'habiles raffineurs de Paris et ma propre expérience, ainsi que celle de plusieurs fabricans de sucre indigène, le sucre produit par la cuite se raffine avec plus d'avantage que celui produit par la cristallisation lente; il fond plus vite à la chau-

Digitized by Google

dière, procure de plus belles clarifications et donne moins de mélasse.

Mais pour parvenir à une solution plus satisfaisante encore, tant sur la question relative à la quantité des produits, que sur celle relative à la qualité de ces mêmes produits, je ferai parler M. de Beaujeu, l'un des agronomes distingués de notre époque, et qui se livre aussi depuis quinze années dans sa terre de Viantuis, près Regmolard, département de l'Orne, à la fabrication du sucre indigène.

Que les partisans de la cristallisation lente se donnent la peine d'aller le visiter; ils trouveront en lui un homme qui réunit à des connaissances positives et fort étendues en agriculture ainsi qu'en mécanique des connaissances non moins positives en chimie, qui a fait, pour l'avancement de la fabrication du sucre de betteraves, des expériences sans nombre, qui a fourni à l'Académie des Sciences plusieurs Mémoires à ce sujet, remplis de faits intéressans, d'observations curieuses; et M. de Beaujeu leur dira ce qu'il me disait il y a peu de mois; que ses betteraves, travaillées par la cuite, ne lui rapportent pas moins de 5 pour 100 de leur poids en sucre brut, qu'il raffine ce sucre et le raffine avec plus de profit qu'on ne raffine celui des cristallisoirs; qu'il a visité cette année toutes les fabriques du Nord qu'il ne connaissait pas, et que nulle part il n'a vu d'aussi beaux produits que chez M. Houdard de Villers, dont la fabrique, quoique l'une des plus anciennes, est encore une fabrique modèle par son extrême simplicité; que le travail s'y fait par la cuite, (motif qui sans doute aura empêché cet ancien officier, dont l'accueil pour les

Digitized by Google

étrangers est plein de bienveillance, de recourir, comme tant d'autres l'ont fait, aux lumières et aux conseils de M. Crespeldellisse), et qu'enfin MM. Blanquet et Harpigny, déjà cités, obtiennent des produits non moins avantageux que ceux de M. Houdard.

J'ajouterai maintenant à ce rapport de M. de Beaujeu ce qui m'est personnel, ce que je n'ai pu dire à M. Crespeldellisse à l'époque où j'ai eu l'avantage d'aller voir le changement qui s'était opéré dans sa fabrique, parce que cette époque était celle du commencement de mes travaux, et que je n'ai pas l'habitude d'annoncer des résultats avant de les bien connaître. Mais aujourd'hui que ma fabrication est finie, je puis dire à M. Crespeldellisse que j'ai récolté sur 84 journaux de terre semés en betteraves, dont 10 journaux, quoique semés à deux reprises, n'ont rien produit (le journal est de 42,00 ares) un million de k° pesant, dont j'aurai, comme les fabricans que je viens de nommer, 5 pour 100 de sucre brut, en évaluant par approximation les sirops qui me restent encore à cuire; et je joindrai à la liste des fabricans désignés par M. de Beaujeu comme obtenant 5 pour 100 de sucre brut par le procédé de la cuite, les noms d'autres fabricans du Pas-de-Calais et de mon voisinage qui opèrent de la même manière, et obtiennent les mêmes résultats; ce qui est peu d'accord avec ce que M. Crespel annonce à M. Gay-Lussac.

1°. MM. Clémendot et Guillebert de Beaumots, le premier, ancien pharmacien distingué de la capitale, le second, cultivateur instruit, ont opéré d'abord par la cristallisation lente et à feu nu; mais après avoir eu le malheur d'être incendiés l'année dernière, ils ont

Digitized by Google

adopté le chauffage à la vapeur et la cuite dont ils avaient depuis long-temps reconnu les avantages, ce qui est précisément le contraire de ce que dit à leur sujet M. Crespeldellisse dans sa Lettre à M. Gay-Lussac; mais comme ces Messieurs m'ont permis, par suite de simples relations sociales, et en m'accueillant comme un fils, de puiser à leur école pendant une campagne entière, les instructions dont je fais aujourd'hui l'emploi, je crois être un peu plus sûr de ce que j'avance à cet égard que ne l'était M. Crespeldellisse;

2°. M. Dumont, pharmacien à Péronne, M. Petit, propriétaire à Courcelles, M. de Verines à Bronchy, fabriquent aussi par la cuite, et obtiennent également 5 pour 100 de leurs produits qui sont très-beaux. M. de Verines dit même obtenir plus de 5 $\frac{1}{2}$;

3°. Il en est de même de MM. le Clerc et de Villecholle, mes voisins;

4°. Enfin, MM. Harlé, Corne, de Brillemont et Leriez de Roclaincourt, près Arras, dont les magnifiques ateliers entièrement chauffés à la vapeur sont ouverts à qui veut aller s'instruire pratiquement de la fabrication du sucre de betteraves, vont ajouter un nouvel avantage à ceux du procédé de la cuite, en diminuant les frais du combustible par l'emploi d'une machine de l'invention et de la fabrique du savant ingénieur M. Hallette.

Si tous ces exemples, si tous ces faits, dont chacun est à même de vérifier l'exactitude, ne portent pas la conviction dans l'esprit des partisans du système de la cristallisation lente, M. Crespeldellisse conviendra qu'ils sont au moins de nature à inspirer des doutes et à rendre

Digitized by Google

assez embarrassant pour les personnes qui montent en ce moment des fabriques, le choix du procédé à employer par elles.

Je ne terminerai pas cette Lettre, quoiqu'elle soit déjà bien longue, sans leur donner un avis dont elles auront peut-être l'occasion de me savoir quelque gré ; c'est qu'elles seraient dans une profonde erreur si, en se livrant à la fabrication du sucre de betteraves, elles s'imaginaient qu'elles vont y trouver les bénéfices qu'y trouve M. Crespeldellisse.

Il faut qu'elles sachent que ce fabricant possède ce qu'on appelle le génie du commerce ; que son expérience et la réputation presqu'européenne qu'il s'est acquise, l'ont conduit à faire beaucoup d'élèves, qui tous ont reconnu avec générosité, quelques-uns même avec munificence, l'avantage d'avoir travaillé sous un aussi célèbre maître ; qu'il a été consulté, c'est lui-même qui le dit dans sa Lettre à M. Gay-Lussac, par plus de la moitié des fabriquans actuels dont il a monté les fabriques ; qu'il a fourni à beaucoup d'entre elles les machines nécessaires à la fabrication ; que dans d'autres élevées sous sa direction par des spéculateurs peu expérimentés, ceux-ci ont été trop heureux de lui offrir une part d'intérêt, et de voir leurs fabriques se monter avec des machines qui avaient fonctionné dans les ateliers de ce fabricant ; qu'on ne connaît les détails immenses du travail auquel il faut avoir le courage de se livrer, et les obstacles sans nombre qu'on y rencontre, que quand on les a vus par soi-même ; que les bénéfices variables qu'on trouve dans la fabrication du sucre indigène ne sont pas tels, à beaucoup près, qu'on se plaît à le

Digitized by Google

répandre dans le public, et qu'enfin il n'est pas donné à tout le monde d'être, ainsi que M. Crespeldellisse, négociant très-distingué, savant agronome, fabricant, mécanicien et chimiste tout à la fois.

Au Château d'Happlaincourt, près Péronne, 26 mai 1828.

Sur *une Lampe monochromatique*.

Les rayons du plus grand nombre de nos lumières artificielles, blanches ou colorées, se composent de toutes les nuances prismatiques. On a reconnu depuis long-temps qu'il est possible de modifier considérablement, soit les intensités comparatives, soit même le nombre des rayons élémentaires qui entrent dans la composition de ces lumières, en ajoutant telle ou telle autre substance à la matière enflammée. M. Brewster s'est proposé de rechercher si l'on ne parviendrait pas ainsi à former une flamme d'où sortiraient seulement des rayons homogènes.

Ce physicien ayant remarqué que presque tous les corps qui brûlent d'une manière imparfaite, tels que le papier, les toiles de lin ou de coton, etc., émettent une lumière dans laquelle les rayons jaunes prédominent à un degré d'autant plus marqué qu'ils sont plus humides, pensa qu'il arriverait au but en affaiblissant la combustibilité des différentes substances qu'il voulait essayer. Il choisit d'abord l'alcool, le mêla à une certaine quantité d'eau, et ne trouva pas sans surprise que le problème était résolu.

La flamme que donnait cet alcool affaibli, était presque une lumière jaune homogène. En la décomposant avec un prisme, elle présentait des traces de vert et de bleu ; mais il n'y avait ni un rayon de lumière orangé, ni un rayon de lumière rouge. Le vert et le bleu disparaissaient entièrement dès qu'on regardait la lumière à travers un verre du jaune le plus pâle.

Au reste, dit le célèbre physicien d'Edimburgh, l'émission de la lumière jaune durant la combustion de

Digitized by Google

l'alcool, est plus ou moins abondante suivant la nature de la mèche, et aussi suivant la rapidité avec laquelle le liquide brûle. Un morceau d'éponge offrant un certain nombre de pointes saillantes donne de meilleurs résultats que toute autre espèce de mèche. Il est aussi très-utile de placer une lampe ordinaire au dessous du vase dans lequel l'alcool est renfermé.

Quand il a besoin, pendant un certain temps, d'une lumière intense, M. Brewster allume directement l'alcool affaibli, et supprime tout-à-fait la mèche. Ce liquide s'écoule peu à peu du vase qui le renferme, dans un disque concave de platine, maintenu très-chaud à l'aide d'une lampe ordinaire à esprit-de-vin, placée au dessous. Le fond de ce disque présente un certain nombre d'éminences afin que la mince couche liquide qui les recouvre soit fortement échauffée à sa surface sur plusieurs points. Cette disposition n'a qu'un inconvénient, c'est qu'à la longue, quand le liquide est resté allumé un peu de temps, une certaine quantité d'eau non vaporisée mêlée à une très-petite proportion d'alcool, occupe le fond du vase de platine, et que ce mélange ne peut pas brûler. Au demeurant, rien n'empêche qu'on ne se débarrasse de cette eau avec une éponge, ou qu'on ne la combine avec quelques gouttes d'alcool pur.

Le lecteur trouvera bon que je rapporte ici quelques expériences de M. Herschel relatives à l'objet que M. Brewster avait en vue.

Si le soufre brûle avec une flamme faible, il émet toute sorte de rayons lumineux, mais principalement les rayons violets et les bleus ; quand, au contraire, l'inflammation est vive, quand, par exemple, un morceau de soufre est jeté dans un creuset porté au rouge-blanc, la lumière qu'il donne est parfaitement homogène : c'est un jaune brillant, d'une réfrangibilité si strictement limitée, que toutes les ondulations de la flamme se voient aussi distinctement au travers d'un prisme d'un grand angle qu'à l'œil nu. Aussitôt que la violence de l'inflammation cesse, de faibles bandes de vert et de rouge se montrent dans le spectre.

On pourrait imaginer que pour assurer la vivacité de

Digitized by Google

la combustion du soufre, et pour la rendre plus constante, il serait utile de le brûler avec du nitre; mais alors la lumière ne serait plus homogène; on y trouverait, outre les rayons violets, une assez grande proportion de lumière rouge.

Sur *la Neige rouge des Régions polaires.*

Nous avons déjà inséré dans les *Annales* les observations relatives à la neige rouge, faites dans la baie de Baffin par le capitaine Ross, et les intéressantes recherches microscopiques de M. Bauer qui les complétèrent. Le passage suivant, extrait du *Narrative of an attemp to reach the north Pole, under the command of captain Parry*, publié cette année à Londres, montrera que ce phénomène est moins rare qu'on ne l'avait supposé.

« Durant notre marche sur la glace, le 2 août 1827 » (les navigateurs étaient alors par 82°.6′ de latitude nord et 20° de longitude orientale, entre le Spitzberg et le pôle), « nous trouvâmes une certaine quantité de neige « qui était teinte en rouge jusqu'à la profondeur de « quelques pouces. Nous en conservâmes une pe- « tite portion dans une bouteille, pour la soumettre « plus tard à un examen détaillé. Cette circonstance « nous rappela qu'à plusieurs époques de ce voyage, « les traîneaux avaient donné une légère teinte rose à « la surface de la neige dure qu'ils sillonnaient. Nous « l'attribuions alors à une matière colorante expulsée, « par la pression, des pièces de bouleau dont le traî- « neau était formé; mais le 2 août, nous reconnûmes « cette teinte dans les sillons que laissaient les glissoirs « métalliques des bateaux, et même dans les em- » preintes de nos pieds. Un peu d'attention nous fit « bientôt découvrir qu'il suffit d'exercer une forte pres- « sion sur la neige qui, dans ces régions, couvre par- « tout les glaçons, pour faire naître la même apparence « à un degré plus ou moins marqué. Du reste, la

Digitized by Google

« matière colorante ne se voyait pas, même avec une « loupe. La teinte, développée ainsi sur la neige, par « pression, différait un peu de celle que présentaient « les parties naturellement colorées. »

Note *sur la Dispersion de la Lumière.*

Par M. Bigeon, employé des Douanes.

M. Rudberg, dans un petit travail inséré dans les *Annales de Chimie et de Physique* de décembre 1827, donne la relation $L = al^m$ entre les longueurs d'ondulation l et L des rayons lumineux de différentes couleurs, dans l'air et dans un autre milieu, a et m étant des nombres qui ne varient qu'avec la nature de la matière, et il paraît admettre que cette expression pourrait être la représentation de la loi physique de la dispersion.

De pareilles conclusions, tirées trop à la hâte, peuvent quelquefois n'être pas sans danger pour la science, en engageant dans des recherches dont on croit le résultat donné d'avance. Il n'est peut-être pas inutile, dès-lors, de faire observer que l'accord, au reste peu complet, que présentent les résultats de l'observation avec ceux calculés par cette formule, peut fort bien tenir seulement à ce qu'une interpolation, telle que celle-ci, dans laquelle on détermine les deux constantes de manière à satisfaire aux deux valeurs extrêmes d'une suite peu nombreuse de termes très-peu différens, ne peut, dans ses moyens termes, différer beaucoup de la suite proposée.

L'expression employée ici est d'ailleurs évidemment défectueuse, puisque dans tous les calculs les valeurs moyennes E et F sont très-sensiblement plus petits dans le calcul que dans l'observation, et on peut prévoir d'avance qu'un grand nombre d'interpolations à deux constantes pourront donner dans cette question des résultats plus heureux que celle de M. Rudberg.

Digitized by Google

Que l'on pose, par exemple, $L = \sqrt{a(l^2 - b)}$; en regardant pour plus de simplicité L et l comme multipliés par 100,000,000, on aura les résultats consignés dans le tableau suivant :

	Flint n° 13. $a = 0{,}387$ $b = 160554$ (*)		Crown n° 9. $a = 0{,}43614$ $b = 91391$		Huile de térébenthine. $a = 0{,}46978$ $b = 98966$		Eau. $a = 0{,}56925$ $b = 60074$	
	Observ.	Calcul.	Observ.	Calcul	Observ.	Calcul.	Observ.	Calcul.
D	1330	1330	1422	1422	1476	1475	1631	1631
E	1184	1184	1268	1269	1315	1316	1456	1456
F	1088	1088	1168	1168	1210	1210	1341	1341
G	955	955	1029	1029	1066	1066	1183	1183

Mais tout ce qu'on peut conclure de l'accord singulier de ces résultats, c'est que le phénomène de la dispersion est soumis à une loi de continuité, et admet par suite des interpolations régulières.

Observations *de M.* Gay-Lussac *sur la Publication de ses Leçons de physique et de chimie par des Sténographes.*

Depuis l'année dernière, il s'est établi dans Paris un nouveau genre d'industrie. Des libraires font sténographier les leçons de quelques professeurs, et trouvent le moyen de servir leurs intérêts, sous le prétexte usé du bien public.

Je ne sais jusqu'à quel point il est juste de s'approprier ainsi des leçons publiques, contre la volonté même

---

(*) a et b sont déterminés de manière à satisfaire aux valeurs de C et H non indiquées ici ; l'application de la formule à un plus grand nombre d'exemples donnerait probablement une concordance non moins parfaite.

Digitized by Google

des professeurs ; je n'examine point cette question. Mais il n'est pas indifférent que l'on sache que je n'ai pris aucune part à cette nouvelle spéculation de librairie.

La partie du cours de physique que j'ai faite à la Faculté des Sciences a été sténographiée malgré moi. Dès le commencement du cours j'ai eu soin d'avertir mon auditoire que j'étais étranger à la publication de mes leçons ; que je n'y prenais aucune part quelconque, et qu'elles n'étaient point rendues exactement ; que même on s'était permis de changer quelques-unes de mes démonstrations. Mais j'aurais dû donner plus de publicité à cette déclaration ; j'aurais détourné beaucoup de personnes d'acheter les leçons sténographiées ; car je pouvais en effet les signaler comme une véritable déception.

On ne s'est pas borné à sténographier mes leçons de physique ; celles que je fais sur la chimie ont le même sort. Cette fois au moins le libraire, par la crainte qu'il avait, qu'à l'exemple de mon collègue M. Pouillet, je ne fisse des poursuites judiciaires, m'a demandé si je ne le troublerais pas dans son entreprise. Je l'ai rassuré pleinement à cet égard, en exigeant toutefois qu'il déclarât formellement que je ne voulais y prendre aucune part. Les premières leçons ont été si mal sténographiées qu'elles fourmillaient de contre-sens ; elles ont donc été refaites, et M. Gaultier de Claubry s'est chargé de revoir les sténographies. Je dois lui en savoir gré ; au moins mes leçons auront l'avantage de renfermer moins d'erreurs. D'après ces diverses circonstances, j'aurais gardé le silence sur la publication des leçons de chimie, si le libraire n'eût dit dans son prospectus que c'était seulement parce que je n'avais pas le temps de revoir mes leçons, que M. Gaultier de Claubry s'était chargé de ce soin, et si on ne m'eût rapporté qu'on ne manquait pas de faire entendre que je prenais part à leur publication. Je déclare donc que mes leçons de chimie sont imprimées contre mon gré ; que j'ai refusé les émolumens qu'on m'a offerts pour me faire coopérer à leur publication, et que je n'y prends absolument aucune part. Je dirai plus ; les leçons que je fais

Digitized by Google

sont la deuxième partie du cours de chimie commencé par M. Thenard à la Faculté des Sciences, et que M. Dulong devait terminer ; mais sa santé ne le lui ayant pas permis, il a bien voulu accepter l'offre que je lui ai faite de le remplacer. Cette deuxième partie sera incomplète par suite de l'interruption qui a eu lieu, et si les leçons sténographiées ont quelque prix pour les habitués de mon cours de chimie, elles ne peuvent en avoir aucun pour ceux qui ne l'ont pas suivi dès le commencement. Enfin il n'était pas dans ma délicatesse de mettre mon nom à des leçons qui, lors même que je les aurais revues, seraient restées trop imparfaites pour mériter d'être offertes au public ; et c'est pour cela que j'ai refusé toute coopération. Mais je saisis cette occasion pour annoncer que je m'occupe de la rédaction d'un cours élémentaire de chimie qui, j'ose m'en flatter, aura plus d'intérêt que les leçons qu'on publie aujourd'hui, et dans lequel les erreurs, s'il y en reste, ne pourront être imputées qu'à moi seul.

Creusets *infusibles*.

M. Deyeux, fils du célèbre chimiste de ce nom, est parvenu à faire fabriquer des creusets qui résistent beaucoup mieux à l'action du feu que ceux qu'on trouve dans le commerce, sans excepter même les creusets de Hesse. MM. Thenard, Lassaigne et Baruel ont fait à cet égard des expériences comparatives, qui ne laissent aucun doute sur la supériorité des creusets de M. Deyeux. Un kilogramme de fer a été amené à parfaite fusion dans un de ces creusets, et l'analyse qui en a été faite par M. Lassaigne a montré qu'il ne contenait pas plus de carbone après qu'avant la fusion. Le creuset avait parfaitement résisté. La fabrique de M. Deyeux est à Mouchy-Saint-Eloy, département de l'Oise; et le dépôt des creusets, à Paris, rue Garancière, n° 7.

Digitized by Google

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Avril* 1828.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	763,65	+ 8,2	80	763,72	+10,1	70	761,16	+ 9,7	71	759,80	+ 6,7	80	+10,1	+ 5,2	Couvert.	N.
2	756,28	+ 8,3	80	755,22	+11,2	70	754,70	+11,3	65	755,35	+ 8,3	80	+11,3	+ 3,0	Voilé.	N.
3	757,62	+ 6,7	71	757,58	+ 7,0	60	757,38	+ 7,0	62	757,44	+ 4,5	77	+ 7,0	+ 3,2	Couvert.	N.
4	755,48	+ 7,5	67	755,02	+ 8,5	70	754,38	+ 6,3	75	755,04	+ 4,8	78	+ 8,5	+ 0,3	Quelq. pet. éclairc.	O.
5	755,30	+ 6,2	70	754,20	+ 8,2	59	752,60	+ 8,5	58	751,60	+ 7,5	70	+ 8,5	− 0,9	Nuageux.	O. N. O.
6	749,10	+ 9,4	81	749,02	+10,0	76	748,63	+12,5	54	749,30	+ 5,8	77	+12,5	+ 4,7	Pluie fine.	N. O. fort.
7	745,62	+ 9,7	80	744,50	+12,5	70	744,33	+ 8,5	82	743,56	+ 5,9	88	+12,5	+ 4,5	Couvert.	S. S. O.
8	741,63	+ 8,8	83	740,36	+12,5	67	738,80	+13,0	64	737,47	+ 8,3	79	+13,0	+ 5,2	Très-nuageux.	S. S. O.
9	741,85	+11,2	72	743,14	+13,1	59	744,10	+14,2	53	746,24	+ 8,0	68	+14,2	+ 5,5	Très-nuageux.	O. N. O.
10	744,24	+ 7,0	90	743,18	+13,8	83	744,02	+12,8	75	748,80	+ 7,4	88	+13,8	+ 3,7	Couvert.	S. O.
11	754,84	+11,2	79	754,68	+13,2	69	754,14	+14,2	62	754,22	+10,0	80	+14,2	+ 4,7	Nuageux.	S. O.
12	752,26	+14,4	81	751,38	+17,7	75	750,55	+18,5	70	747,74	+14,0	74	+18,5	+ 9,0	Eclaircies.	S.
13	750,72	+14,1	74	751,45	+16,0	65	751,38	+16,5	60	752,96	+10,5	80	+16,5	+ 9,0	Eclaircies.	S. O. fort.
14	755,34	+11,5	84	754,88	+10,1	84	754,12	+15,5	80	755,60	+10,0	90	+15,5	+ 7,5	Pluie.	S. O.
15	756,52	+12,7	89	755,24	+16,5	78	754,35	+17,5	75	753,35	+12,5	90	+17,6	+ 6,2	Couvert.	S. O.
16	751,74	+13,2	89	748,57	+14,5	89	745,65	+14,5	89	746,66	+11,0	89	+17,6	+10,8	Pluie continuelle.	S.
17	747,75	+12,6	80	746,60	+15,2	70	745,38	+14,7	60	745,48	+10,2	80	+15,2	+ 7,0	Couvert.	S.
18	745,55	+15,1	77	745,43	+16,2	66	745,65	+15,7	63	746,56	+ 9,1	80	+16,3	+ 7,3	Petites éclaircies.	S. S. O. fort.
19	747,34	+12,5	82	747,43	+16,0	74	747,98	+14,5	75	749,25	+ 9,5	90	+16,0	+ 7,2	Très-nuageux.	S.
20	750,62	+12,5	82	750,30	+15,5	70	749,04	+13,3	76	748,44	+10,5	90	+15,5	+ 7,8	Couvert.	O. N. O.
21	748,40	+ 9,5	86	748,45	+13,5	69	748,80	+12,5	70	749,65	+11,4	83	+13,5	+ 8,2	Couvert.	O. N. O.
22	750,97	+14,0	77	750,83	+13,8	77	750,84	+13,2	77	752,32	+ 9,5	82	+14,0	+ 7,5	Très-nuageux.	S.
23	755,73	+11,4	75	756,13	+11,2	78	756,26	+14,0	65	757,18	+ 8,7	80	+14,0	+ 8,2	Couvert.	S. O.
24	756,57	+10,2	88	756,97	+15,5	83	757,06	+16,2	80	759,32	+12,5	88	+16,3	+ 8,2	Gouttes de pluie.	S. O.
25	760,57	+12,5	87	760,27	+15,0	76	759,23	+16,2	70	757,15	+12,2	84	+16,5	+10,5	Couvert.	S. O.
26	759,17	+12,7	80	760,02	+15,2	60	760,40	+16,2	55	761,95	+12,1	64	+16,3	+ 9,5	Nuageux.	O.
27	764,70	+15,5	64	764,28	+18,5	59	763,87	+17,0	55	764,42	+12,6	75	+18,5	+ 6,5	Très-nuageux.	S. S. E.
28	765,68	+18,3	59	765,20	+18,5	49	764,43	+19,3	49	764,20	+14,5	60	+19,3	+ 7,5	Nuages.	E.
29	764,07	+17,0	71	763,57	+21,9	69	762,80	+22,0	56	762,53	+16,8	61	+22,0	+ 9,6	Quelq. légers nuages.	S.
30	762,82	+20,3	65	762,48	+23 0	59	762,02	+23,8	57	762,85	+17,8	78	+23,8	+11,3	Quelq. légers nuages.	O.
1	751,08	+ 8,3	77	750,49	+10,7	68	750,01	+10,4	68	750,46	+ 6,7	77	+11,1	+ 3,4	Moyennes du 1 au 10.	Pluie.
2	751,27	+13,0	82	750,60	+15,1	74	749,82	+15,5	71	750,03	+10,7	84	+16,3	+ 7,7	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 6,400
3	758,87	+14,1	75	758,82	+16,6	68	758,57	+17,0	63	759,16	+12,8	75	+17,1	+ 8,7	Moyenn. du 21 au 30.	Terrasse, 6,120
	753,74	+11,8	78	753,30	+14,1	70	752,80	+14,3	67	753,21	+10,1	75	+15,0	+ 6,6	Moyennes du mois,	+ 10,8.

Digitized by Google

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

Sur les Propriétés électriques de la Tourmaline; par M. *Becquerel*. Page 5

Mémoire sur les Ethers composés; par MM. *J. Dumas* et *P. Boullay* fils. 15

Lettre de M. *Crespel Dellisse* à M. *Gay-Lussac*, sur la Fabrication du Sucre de betterave. 53

Analyse des Séances de l'Académie royale des Sciences. 58

Sur l'Aluminium; par M. *Wöhler*. 66

Extrait d'un Travail sur l'Identité de l'Agédoïte avec l'Asparagine; par M. *A. Plisson*. 81

Sur un nouveau Degré d'oxidation de l'Iode, et sur les Combinaisons de l'iode avec le carbone; par M. *Mitscherlich*. 84

Sur les Cristaux de Quarz qu'on trouve dans le marbre de Carrare. 86

Sur la Nécessité de perfectionner les moyens d'analyse que les Praticiens emploient pour faire des expériences sur les Chaux et les Mortiers; par le colonel *Raucourt*. 92

De l'Influence que l'électricité exerce sur l'émanation des odeurs. 100

Sur un Fluorure de manganèse gazeux; par M. *Wöhler*. 101

De la Compressibilité des différens liquides sous de hautes pressions. — Lettre de M. *OErsted* au Dr *Brewster*. 104

Opinion de feu *Bénédict Prevost* sur la Blancheur, extraite de ses manuscrits par M. le professeur *Pierre Prevost*. 105

Observations météorologiques du mois de janvier. 112

Digitized by Google

Note sur l'Action mutuelle d'un Aimant et d'un Conducteur voltaïque; par M. *Ampère*. 113
Mémoire sur le Chlorure de chaux; par M. *Morin*. 139
Mémoire sur quelques Produits de l'action de l'Acide nitrique sur l'Indigo; par le docteur *Buff*. 160
Sur l'Amer d'Aloès (acide aloétique de M. *Braconnot*); par M. *Just Liebig*. 171
Examen chimique d'une espèce de Haricot de l'Ile-de-France; par M. *Vauquelin*. 173
Analyse des Séances de l'Académie royale des Sciences. 177
Extrait d'un Travail sur la Chaleur développée par la Combustion; par M. *C. Despretz*. 180
Mémoire sur la Combustion sous différentes pressions; par M. *C. Despretz*. 182
Sur un Moyen de mesurer plusieurs Actions chimiques; par M. *Babinet*. 183
Sur le Sucre de Réglisse; par M. *J. J. Berzelius*. 186
Sur la Propriété qu'a l'Acide sulfurique de dissoudre, sans les oxider, les corps simples oxidables. 189
Nouvelles Recherches sur l'Endosmose et l'Exosmose; par M. *Dutrochet*. 191
Sur les Changemens de formes cristallines qui sont produits par différens degrés de température dans les sulfates et les séléniates; par M. *Mitscherlich*. 202
Notes sur les Apparences électriques de *Priestley*; par M. *L. Nobili de Reggio*. 211
Sur la Gélatine et l'Albumine végétales; par M. *J. J. Berzelius*. 215
Nouveau Procédé pour obtenir le Gaz acide hydriodique en grande quantité et parfaitement pur; par M. *Félix D'Arcet*. 220
Grosseur des Grains de Platine natif. 222
Note sur un Phénomène d'incandescence particulier à la Ba-

Digitized by Google

ryte, et Application de cette propriété pour distinguer cet oxide de la strontiane; par MM. *Julia-Fontenelle* et *Quesneville* fils. 223

Observations météorologiques du mois de février. 224

Analyse des Circonstances qui déterminent le *sens* et l'*intensité* du courant électrique dans un élément voltaïque; par M. le professeur *Auguste de La Rive*. 225

Sur la Composition de l'Acide carbazotique; par M. Just. Liebig. 286

Recherches expérimentales sur la Faculté conductrice des corps minces soumis à l'action de la chaleur; et Description d'un nouveau Thermomètre de contact; par M. *Fourier*. 291

Expériences physiques et chimiques sur le Tabasheer. 315

Expérience sur la Formation des Tubes fulminaires. 319

Sur les Empreintes de pieds d'animaux trouvées à la surface de diverses couches de grès rouge, dans la carrière de Corncockle-Muir, dans le Dumfries-Shire. 321

Sur la Décomposition de l'Ammoniaque par les métaux; par M. *Félix Savart*. 326

Sur la Formation artificielle de l'Urée; par M. *F. Wöhler*. 331

Sur le Carbonate noir de cuivre; par M. *Gay-Lussac*. 335

Observations météorologiques du mois de mars. 336

Mémoire sur l'Équilibre et le Mouvement des Corps élastiques; par M. *Poisson*. 337

Des Effets de la chaleur dans les Corps mauvais conducteurs de l'Électricité et dans la Tourmaline; par M. *Becquerel*. 355

Analyse des Séances de l'Académie royale des Sciences. 370

Digitized by Google

Note sur un Moyen de recueillir l'air contenant de l'acide carbonique et de l'acide hydro-sulfurique; par M. *Gaultier de Claubry*. 380

Sur le Tannin de la noix de galle, de l'écorce de chêne, du quinquina, du cachou et de la gomme kino; par M. *J. B. Berzelius*. 385

Sur le nouveau Système d'éclairage des phares adopté en France. — Examen d'une Réclamation que le Dr *Brewster* vient de faire à ce sujet. 392

Extrait d'une Note de M. *Gmelin de Tubingue*, sur la Préparation de l'outre-mer artificiel. 409

Sur le Pyrophore; par M. *Gay-Lussac*. 415

Rapport fait à la Société de Pharmacie, sur une nouvelle variété de Borate de soude; par MM. *Soubeiran* et *Pellerin*. 419

Sur la Neige rouge des Régions polaires. 427

Sur une Lampe monochromatique. 437

Note sur la Dispersion de la Lumière; par M. *Bigeon*. 440

Observations de M. Gay-Lussac sur la publication de ses leçons de physique et de chimie par des sténographes. 441

Creusets infusibles. 443

Observations météorologiques du mois d'avril. 444

Planche.

FIN DE LA TABLE DU TRENTE-SEPTIÈME VOLUME.

Digitized by Google

Fig. 7.

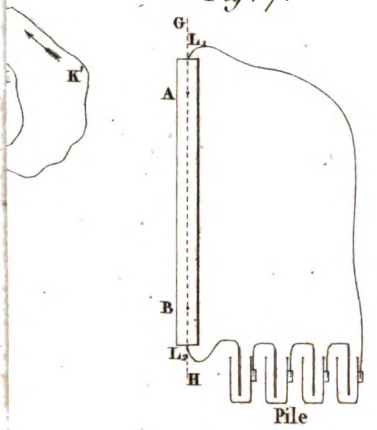


Fig. 8.

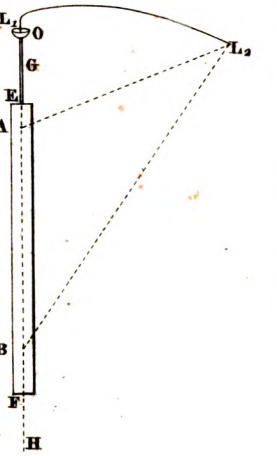


Fig. 15.

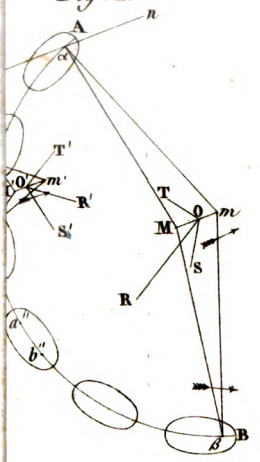
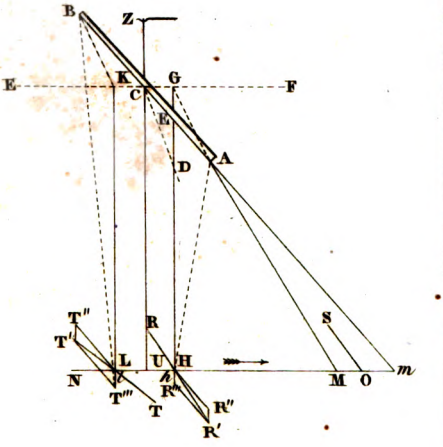


Fig. 16.



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Österreichische Nationalbibliothek
+Z159542800

Digitized by Google